

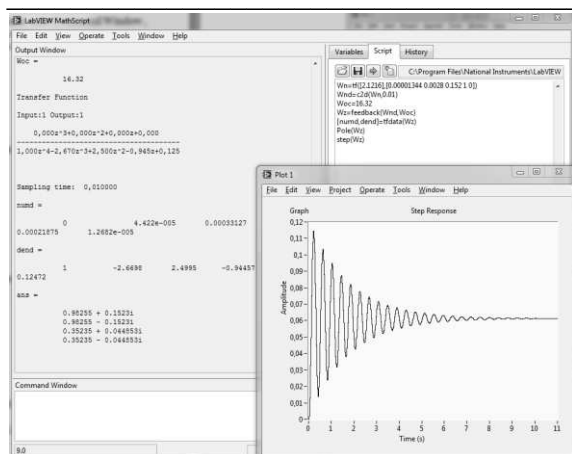


Рис. 5. Графика переходного процесса импульсной замкнутой системы

Получена передаточная импульсная функция замкнутой системы:

$$W_{sc}(z) = \frac{4.442 \cdot 10^{-5} z^3 + 3.313 \cdot 10^{-4} z^2 + 2.187 \cdot 10^{-4} z + 1.268 \cdot 10^{-5}}{z^4 - 2.67z^3 + 2.52z^2 + 0.9446z + 0.1247}$$

Видно, что импульсная следящая система с комбинированным управлением является устойчивой.

#### Заключение

Исследование следящей системы с комбинированным управлением было проведено с помощью

математических методов и программного пакета Labview.

В процессе выполнения работы был изучен пакет прикладных программ LABVIEW с модулями расширения Control Design и MathScript.

Данная работа предоставляет необходимую информацию для изучения и использования Labview с её модулями для решения задачи теории автоматического управления и является методическими указаниями для моделирования и исследования САУ в среде Labview.

#### Литература

1. Тревис Дж. Labview для всех. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 544 с.
2. Е.М. Яковлева, С.В. Замятин Теория автоматического управления “Курсовая работа”. – Томск: Изд. ТПУ, 2009 - 115 с.
3. Introduction to Control Design and Simulation using LabVIEW, By: Erik Luther, Rice University, Houston, Texas
4. Жуков К. Г. Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 688 с.
5. Cybernetics theory with mathscript examples, By: Hans-Petter Halvorsen, M.Sc. Telemark University College
6. NI Group [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://ni.com/> свободный – Загл. с экрана

## СИСТЕМЫ КУСТОВОЙ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Лезин А.С., Лихолат А.Д.

Научный руководитель: Михайлов В.В.

Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30

E-mail: asl@tpu.ru

#### Введение

АСУТП кустов скважин (кустовая телемеханика) – система автоматизации, предназначенная для передачи информации, необходимой при дистанционном контроле и управлении распределенными и удаленными объектами (кустами скважин) [1].

Технологически добывающие скважины расположены на большой площади. Группа ближайших скважин объединяется в куст. Для определения количества жидкости, добываемой из нефтяных скважин, и контроля их работы на нефтяных месторождениях применяется автоматизированная групповая замерная установка (АГЗУ). Продукция скважин по трубопроводам, подключенным к АГЗУ, поступает в переключатель скважин многоходовой (ПСМ). При помощи ПСМ продукция одной из скважин направляется в сепаратор, а продукция остальных скважин направляется в общий трубопровод. В сепараторе происходит отделение газа от жидкости [2].

В настоящее время необходимо при помощи средств телемеханики и местной автоматики воз-

действовать управлением и контролировать следующие технологические параметры объектов куста скважин [3]:

1. По нагнетательным скважинам:
  - расход воды в нагнетательных линиях;
  - загазованность в ВРБ.
2. По скважинам с электроцентробежным насосом (ЭЦН):
  - аварийные защиты станции управления;
  - контроль подачи продукции (для одиночных скважин);
  - состояние электродвигателя
  - загазованность технологической площадки.
3. По скважинам со штанговым глубинным насосом (ШГН):
  - усилие на штоке;
  - положение балансира;
  - состояние электродвигателя
  - контроль подачи продукции (для одиночных скважин);

• загазованность технологической площадки.

4. По АГЗУ:

- уровень в емкости;
- температура в емкости;
- давление в емкости;
- дебит скважины;
- положение ПСМ;
- управление гидроприводом
- загазованность в технологическом помещении.

5. По блоку местной автоматики:

- регулирование температуры в блоке местной автоматики.

Система телемеханики выполняет следующий объем функций:

1. Первичные средства автоматизации:

- Преобразование технологических параметров в информационные сигналы;
- Преобразование управляющих сигналов в управляющие воздействия.

2. Обще кустовая станция управления:

- Сбор информации об измеряемых параметрах и состоянии оборудования;
- Первичная обработка информации;
- Логическое управление оборудованием;
- Обмен данными с вышестоящим уровнем по выделенным каналам и реализация команд вышестоящего уровня.

3. Многофункциональный АРМ оператора (диспетчерский пункт):

- Задание режимов измерения технологических параметров;
- Обработка и анализ поступающих результатов измерения;
- Отображение результатов обработки и анализа;
- Документирование и архивирование результатов;
- Оперативное управление технологическим процессом.

4. Сервер базы данных:

- Долгосрочное хранение оперативной информации;
- Предоставление доступа к архивной информации.

Современная система АСУТП кустов скважин построена по распределенному принципу на базе ПЛК промышленного исполнения.

**Структура автоматизации кустов скважин:**

- нижний уровень – первичные средства автоматизации (датчики, измерительные преобразователи, приборы местного контроля, исполнительные устройства);
- средний уровень – шкафы контроля и управления, телемеханики, обработки информации, устанавливаемые на кустах скважин, цехах добычи и подготовки, пунктах управления;

- верхний уровень – информационно-вычислительный комплекс (шкафы АСУТП, ПО, АРМ-оператора, серверы базы данных);
- каналы и оборудование для передачи информации.

Структурная схема кустовой телемеханики представлена на рисунке 1.

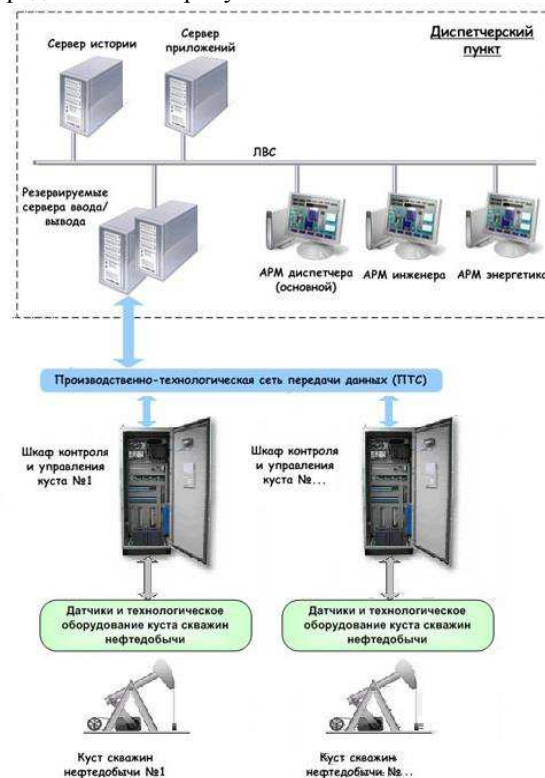


Рис. 1. Структурная схема кустовой телемеханики

Внешние устройства, имеющие стандартный токовый выход 0...5 мА, 0...20 мА или 4...20 мА, дискретные и дискретно-частотные выходы типа «сухой контакт», дискретные входы типа «сухой контакт», входы и выходы интерфейса RS-485 подключаются к контроллеру шкафа контроля и управления куста. Далее, от контроллера передается информация о состоянии подключенных к нему внешних устройств и датчиков в ЭВМ верхнего уровня по радиоканалу. Также, с ЭВМ верхнего уровня может производиться управление внешними устройствами по каналу связи на кустах скважин.

В настоящее время [3] в эксплуатации находятся морально и физически устаревшие, конструктивно ненадежные в работе, системы ТМ-620 (линейная связь) и ТМ-660 (радиосвязь) – это чисто аппаратные средства, которые позволяют контролировать часть параметров, предусмотренных современными требованиями.

Например: контролируемый пункт системы ТМ-660 «Хазар» КП-2 обеспечивает из вышеперечисленных параметров следующие:

- расход воды в нагнетательных скважинах – по 2-м скважинам;

- контроль состояния мех фонда куста скважин-по 16-ти скважинам;
- дебит нефтяных скважин в АГЗУ;
- положение ПСМ в АГЗУ;
- управление гидроприводом в АГЗУ;
- передачу данных по радиоканалу.

Для повышения надежности и улучшения кустовой телемеханики целесообразно заменить устаревшие КП на контроллеры.

**Рассмотрим вариант замены КП на контроллер SCADA Pack 32.** Контроллер[4] SCADA Pack 32 в своем составе имеет контроллерную плату и встроенную плату ввода/вывода и является наиболее мощной и высокопроизводительной серией программируемых логических контроллеров Control Microsystems. Контроллерная плата содержит 32-битный CMOS микропроцессор Hitachi SH-3 120 МГц, 8 Мбайт SDRAM, 4 Мбайт Flash, 1 Мбайт CMOS RAM, встроенный источник питания. В ее составе 3 дискретных/счетных входа и один дискретный выход, используемый как сигнал состояния; два внутренних аналоговых входа, используемые для контроля температуры контроллерной платы и напряжения литиевой батареи; 2 порта RS-232 и 1 порт, конфигурируемый перемычками как RS-232 или RS-485; встроенный Ethernet; 8 аналоговых входов; 3 счетных входа, 1 вход прерывания; 1 выход состояния; Дополнительно 16 дискретных входов и 12 дискретных выходов или 32 конфигурируемых дискретных

входа/выхода, или 32 дискретных входа и 16 дискретных выходов; радиомodem на 900 МГц/2.4 ГГц; до 3 портов RS-232 и 1 порт RS-232/485;

Процессор данного ПЛК может быть запрограммирован на языке C++.

#### Заключение

Таким образом, наличие множества аналоговых и дискретных входов и выходов, мощный процессор позволят контролировать все требуемые параметры.

#### Литература

1. Нефтегазинжиниринг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ngi-ufa.ru/equipment.aspx?class\\_id=5&item\\_id=28](http://www.ngi-ufa.ru/equipment.aspx?class_id=5&item_id=28), свободный.
2. Элеси [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elesy.ru/engineering/resheniya-ponapravlenijam/dobycha-nefti/sistema-kustovoj-telemehaniki.aspx#prettyPhoto>
3. Форум open86 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://open86.ru/stati/neft/avtomatizacija-kustovskvazhin.html>
4. PLC systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://plcsystems.ru/catalog/SCADAPack/doc/SCADAPack32\\_spec\\_rus.pdf](http://plcsystems.ru/catalog/SCADAPack/doc/SCADAPack32_spec_rus.pdf), свободный

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БЕСПЛАТНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Лихолат А.Д., Лезин А.С.

Научный руководитель: Тутов И.А.

Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30

E-mail: Lih0i2@yandex.ru

В настоящее время, в условиях бурного развития информационных технологий, разработка и изготовление какого-либо устройства, прибора или детали не представляется без участия систем автоматизированного проектирования (САПР). Так, в области разработки печатных плат компьютерные технологии используются еще с шестидесятих годов прошлого столетия. В настоящее время рынок программного обеспечения предлагает широкий выбор сред разработки. Это такие мощнейшие пакеты, как Expedition PCB, PCB Design Studio, Altium Designer и прочие. Однако, зачастую, возникает необходимость в создании несложной печатной платы, малых размеров или в единичном экземпляре. Для этой ситуации использование профессиональных дорогостоящих программ неуместно. В статье произведен сравнительный анализ наиболее популярных бесплатных САПР печатных плат. Основные критерии, на которые было обращено внимание, это:

1. Легкость самостоятельного освоения.

2. Удобство работы.
3. Наличие всех необходимых функций в одном программном пакете.
4. Ограничения бесплатных версий.
5. Наличие русификатора.

В результате были выбраны несколько систем проектирования: PCB123, KiCAD, PCBWeb, DipTrace, EagleCAD.

PCB123 обладает достаточно понятным и дружелюбным интерфейсом, легкостью при создании новых компонентов, отличной элементной библиотекой, в которой можно без труда создать свои собственные компоненты. Есть функция построения объемного 3D-изображения платы будущего устройства. Из недостатков: наличие в стандартных библиотеках, в основном, элементов в SMD корпусах, что не всегда удобно для радиолюбительских разработок. Редактор схем не удобен. Также немаловажно, что расширение файла проекта имеет уникальный формат. Это препятствует интеграции с другими САПР.