

УДК 681.321

А.О. Ивасюк¹, О.Н. Одарущенко¹, Е.К. Фадеева², А.П. Барвинко²¹ НПП «Радий», Кироаоград² Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, Полтава

МОДЕЛЬ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА АНАЛИЗА СИГНАЛОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ FPGA-МОДУЛЕЙ

Рассмотрена одна из задач валидационного тестирования, проводимая в соответствии со стандартом IEC 61508, и заключающаяся в измерении времени отклика АСУ ТП на входные воздействия, поступившие по нескольким каналам. Для решения задачи в статье предложено использовать программно-аппаратный комплекс фирмы National Instrument и разработан алгоритм, который позволит решить поставленную задачу.

Ключевые слова: валидация, FPGA, IEC 61508, АСУ ТП, National Instrument, LabView.

Введение

В современном, техногенном мире человечеству уже не обойтись без таких промышленных отраслей, как атомная энергетика; нефтеперерабатывающая; химическая и т.д. Эти отрасли характеризуются ежегодно возрастающим количеством опасных технологических процессов (ТП), в них протекающих. При нарушении организации и контроля безопасности их работы человечество и природа платят огромную цену. Поэтому, как никогда остро стоит вопрос обеспечения безопасности протекания этих процессов. Важную роль в этом вопросе играют автоматические системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) и информационно-управляющие системы, которые являются их вычислительным ядром [1 – 3].

С каждым десятилетием все большей популярности и распространения при создании безопасных информационно-управляющих систем получают программируемые логические матрицы (FPGA). Они характеризуются следующими преимуществами по сравнению с микропроцессорами: быстрдействие – способность выполнять громоздкие параллельные вычисления, потребление гораздо меньшей энергии и ключевое – они не подвержены влиянию вредоносных программ – вирусов [2].

Жизненный цикл производства безопасных АСУ ТП с использованием технологии FPGA строится на основе «V-образной» модели, представленной в основополагающем стандарте по функциональной безопасности – Стандарт IEC 61508 «Функциональная безопасность электрических, электронных и программируемых электронных систем, связанных с безопасностью». В этом стандарте наряду с процессом непосредственного создания управляющей системы, связанной с безопасностью, отводится такое же важное место процедурам валидации и верификации программной и аппаратной составляющей разрабатываемых систем [1, 3].

Одной из задач валидационных испытаний является проверка времени реагирования системы на сигналы, поступающие от датчиков, и на которые система должна сформировать отклик в соответствии с реализованной логикой приложения.

Постановка задачи исследования. В то же время, на сегодняшний день, нет измерительных средств, которые позволили бы измерять данный параметр в реальном времени. Кроме того, задача значительно усложняется, когда речь идет об измерении времени отклика десятков и сотен каналов.

Цель данной статьи – разработка модели и осуществление анализа сигналов при оценке функциональной безопасности FPGA-модулей, который состоит в измерении времени АСУ ТП с использованием программно-аппаратной платформы National Instrument (NI). Формализованная запись озвученной выше задачи имеет следующий вид:

$$t_{\text{res}} = t_2 - t_1$$

$$t_1 = \begin{cases} 0, & \text{при } x_i < g_i; \\ \text{data}, & \text{при } x_i \geq g_i; \end{cases}$$

$$t_2 = \text{data}, \text{ при } y_i \geq g_i.$$

Основные параметры данной формулы будут подробно описаны ниже.

Основной материал

Программно-аппаратный комплекс NI состоит из программной среды графического программирования – LabView и аппаратной составляющей, представленной выходными блоками (outputs modules), генерирующими различные типы сигналов и входными блоками (inputs modules), которые принимают и обрабатывают эти сигналы [4, 5]. Упрощенная структурная схема взаимодействия технологического процесса и АСУ ТП представлена на рис. 1 [3].

АСУ ТП выполняет задачу поддержания определенных параметров ТП в заданном диапазоне. Информацию для формирования управляющих воз-

действий она получает с датчиков, а непосредственное воздействие, в соответствии с реализованным в ней алгоритмом управления, она осуществляет через исполнительные механизмы [1, 3].

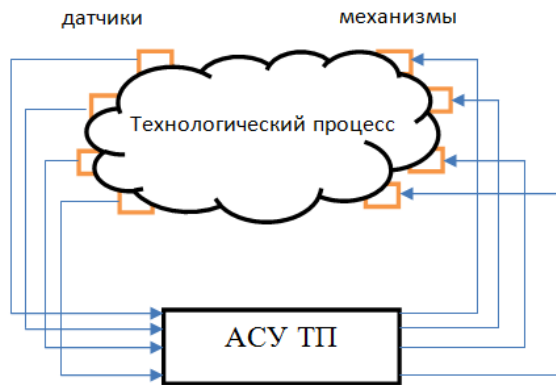


Рис. 1. Упрощенная структурная схема применения АСУ ТП

Физическую модель такой схемы можно реализовать с помощью модулей NI. Пример такой реализации представлен на рис. 2.

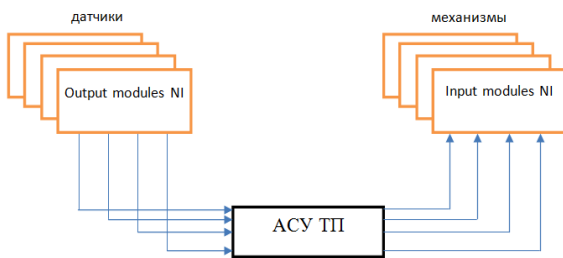


Рис. 2. Физическая структурная схема применения АСУ ТП

Будем считать, что с датчиков поступает множество значений $\{x_i\}$, где $i=\overline{1,n}$, которые являются входными сигналами для исследуемой АСУ ТП. Они изменяются по псевдослучайному закону. Интенсивность поступления определяется типом датчика, а потому заранее известна. Диапазон изменения и шаг изменения входных значений также считаются априорно известными и зависят от датчика и контролируемого параметра [1, 3].

В этом случае закон и интенсивность изменения $\{x_i\}$ определяются программной оболочкой – Labview, а диапазон и шаг изменения генерируются output modules NI [4, 5].

Задача АСУ ТП – поддерживать определенный параметр технологического процесса в заданных границах. Если параметр выходит за эти границы, то АСУ ТП должна в строго заданные временные рамки сформировать управляющее воздействие, которое должно поступить на исполнительные механизмы [1, 3].

В предложенной модели в качестве «приемника» сигналов управления будут использоваться input modules NI [4, 5].

Будем считать, что $\{g_i\}$, где $i=\overline{1,n}$ – множество детерминированных пороговых значений, при превышении которых $x_i > g_i$ АСУ ТП должна сформировать в соответствии с реализованным в ней законом управления множество детерминированных выходных значений – $\{y_i\}$, где $i=\overline{1,n}$.

Время реакции АСУ ТП на входное значение обозначим как t_{res} , предположим, что оно должно удовлетворять условию – $t_{res} \ll 100ms$.

Таким образом, задача измерения t_{res} состоит в измерении времени с момента, когда $x_i > g_i$ и до момента формирования на выходе АСУ ТП сигнала $y_i = y'_i$, где $\{y'_i\}$ – множество ожидаемых значений на входах inputmodules NI.

Упрощенная блок-схема алгоритма решения озвученной выше задачи представлена на рис. 3. В этом алгоритме, помимо, расчета времени прохождения сигнала по пути «вход-выход» АСУ ТП, производится проверка правильности срабатывания закона управления. Так как можно считать, что появления сигнала на выходе – это необходимое условие, а совпадение его с ожидаемым сигналом – достаточное условие, по выполнению которого можно принять решение о выполнении АСУ ТП задачи, поставленной перед ней.

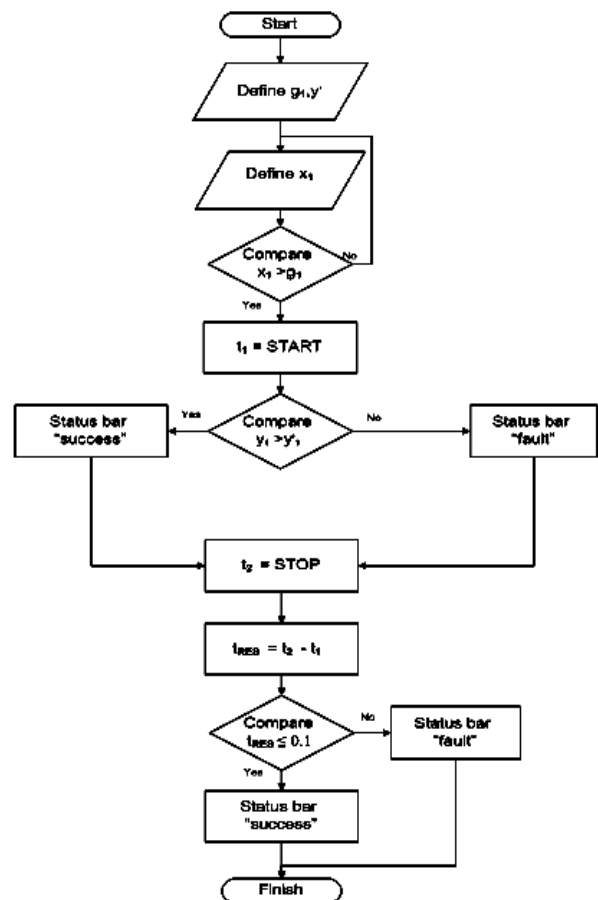


Рис. 3. Структурная схема алгоритма расчета t_{res}

На рис. 4 представлена блок-схема рішення поставленої задачі з урахуванням особливостей роботи в програмній середі LabView. Вхідний сигнал задається і подається в фізичний канал в циклі. Это сделано для того, чтобы проверить, как реагирует АСУ ТП, а точнее убедиться в отсутствии ее реакции, до тех пор, пока сигнал на входе не превысит пороговое значение. Программная среда позволяет не только считывать сигналы с физического канала с помощью команды READ, но и генерировать сигналы в очень широком диапазоне параметров с помощью команды WRITE. В LabView хорошо развит функционал работы со временем. Так, есть операторы, которые фиксируют время начала и окончания работы по определенной команде, а также выводят полную информацию о временной дате.

Весь алгоритм выполняется по кадрам. Каждый последующий кадр выполняется только после того, как выполнен предыдущий. Выходные же данные могут быть сгруппированы в кластере, что очень удобно при большом количестве каналов.

Вывод

Таким образом, в статье была рассмотрена задача, входящая в состав валидационных испытаний, проводимых при создании информационно-управляющих систем в соответствии со стандартом 6158, которая заключается в измерении времени реагирования системы на входящие сигналы.

В качестве возможного варианта ее решения было предложено использовать программно-аппаратный комплекс National Instrument. Для предложенного способа был разработан алгоритм, который следует использовать при написании кода в программной среде LabView.

Список литературы

1. Безопасность атомных станций информационно-управляющие системы / М.А. Ястребенецкий, В.Н. Васильченко, С.В. Виноградская, В.М. Гольдрин, Ю.В. Розен, Л.И. Спектор, В.С. Харченко. – К.: Техніка, 2004. – 472 с.
2. Отказобезопасные информационно-управляющие системы на программируемой логике / Е.С. Бахмач, А.Д. Герасименко, В.А. Головир, А.А. Сиора, В.В. Скляр, В.И. Токарев, В.С. Харченко. – Х.: НАУ «ХАИ», К.: НПП «Радий», 2008. – 380 с.
3. Федоров Ю.Н. Справочники инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-практ. Пос. / Ю.Н. Федоров. – М.: Инфра-инженерия, 2008. – 928 с.

МОДЕЛЬ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ПІДТРИМКА АНАЛІЗУ СИГНАЛІВ ПРИ ОЦІНЦІ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ FPGA-МОДУЛІВ

О.О. Ивасюк, О.М. Одарущенко, О.К. Фадеева, А.П. Барвинко

У статті була розглянута задача визначення часу відгуку АСУ ТП на вхідні дії. Оцінку часу відгуку системи необхідно було провести одночасно для декількох десятків каналів входу \ виходу. Такі випробування проводяться відповідно до стандарту IEC 61508, який є основним документом, що визначає правила створення інформаційно-керуючих систем для управління небезпечними технологічними процесами. Для вирішення такого завдання у статті було запропоновано використовувати програмно-апаратний комплекс фірми National Instrument.

Ключові слова: валидація, FPGA, IEC 61508, АСУ ТП, National Instrument, LabView.

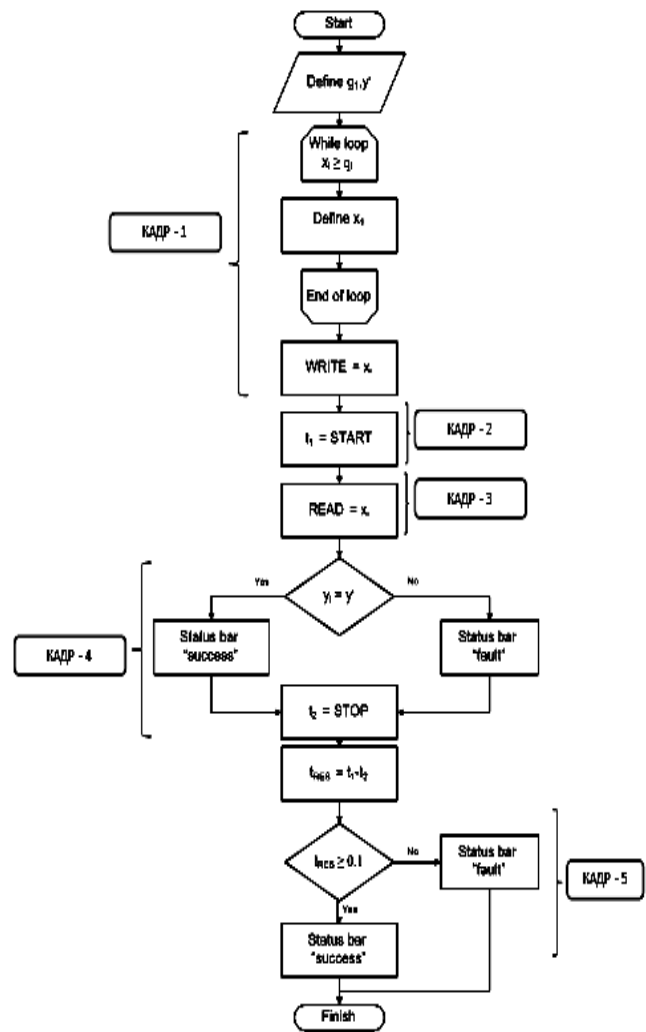


Рис. 4. Структурная схема алгоритма расчета t_{res} в LabView

4. National Instruments Approach [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: www.ni.com.

5. Суранов А.Я. LabView 8.2.0: Справочник по функциям / А.Я. Суранов. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 536 с.

Поступила в редколлегию 16.04.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Л. Ляхов, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Полтава.

MODEL AND TOOLS FOR SIGNAL ANALYSIS ON FPGA MODULES SAFETY ASSESSMENT

A.O. Ivasijuk, O.N. Odarushchenko, A.K. Fadeeva, A.P. Barvinko

The article discussed the problem of determining the response time control system for input actions. It was necessary to evaluate the response time of the system at the same time for a few dozen channels of input \ output. Such tests are carried out in accordance with IEC 61508, which is the basic document defining the rules for the creation of information-management systems for the management of hazardous process. To solve such a problem in the article it was suggested to use the software and hardware company National Instrument.

Keywords: *validation, FPGA, IEC 61508, АСУ ТП, National Instrument, LabView.*