

УДК 681.3.06

В.В. Складар¹, В.А. Головир²¹Государственный НТЦ ядерной и радиационной безопасности, Харьков²ЗАО «Радий», Кировоград

МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ ВЕРИФИКАЦИИ АВТОМАТОВ С ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКОЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Изложен метод комплексной верификации автоматов с программируемой логикой на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), основанный на учете требований стандартов по безопасности и интегрирующий для проектов ПЛИС этапы верификации и их атрибуты.

комплексная верификация, программируемая логика, информационно-управляющие системы

Введение

Постановка проблемы и анализ литературы.

В настоящее время определенные классы информационно-управляющих систем (ИУС) критического применения разрабатываются с использованием ПЛИС [1 – 3]. В работе [4] показано, что применение ПЛИС для реализации функций контроля и управления критическими объектами позволяет снизить некоторые из рисков, которые присущи микроконтроллерам и связаны, в первую очередь, с программным обеспечением (ПО).

ПЛИС представляют собой специфические программируемые компоненты, настраиваемые на выполнение определенных функций при помощи имплементации проекта в кристалл [3]. При реализации на базе ПЛИС автоматов с программируемой логикой (АПЛ), выполняющих функции ИУС критического применения, данные АПЛ должны соответствовать требованиям стандартов по безопасности [2, 5]. Одним из основных требований по безопасности является проведение полной верификации на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) ПО и ИУС. Верификация – это процесс определения того, удовлетворяют ли продукты, которые являются результатом некоторых действий, требованиям и условиям, наложенным на них предшествующими действиями [2, 6]. Тем не менее, проведенный анализ литературы показал, что на данный момент не существует научных и нормативно-технических публикаций, описывающих особенности реализации процесса верификации АПЛ на базе ПЛИС.

Целью статьи является разработка метода комплексной верификации АПЛ на базе ПЛИС, опирающегося на требования стандартов по безопасности и учитывающего особенности ПЛИС.

1. Структура метода комплексной верификации АПЛ на базе ПЛИС

На рис. 1 представлена обобщенная структура процесса верификации АПЛ на базе ПЛИС. Компонентами

процесса верификации являются: свойства АПЛ, влияющие на проведения верификации, этапы верификации, атрибуты этапов верификации.

Метод комплексной верификации автоматов с программируемой логикой для ИУС включает следующую последовательность действий:

1. Анализ объекта верификации.

1.1. Определение категории безопасности функций, выполняемых АПЛ.

1.2. Определение степени апробированности проекта АПЛ и объема вносимых изменений.

2. Планирование верификации.

2.1. Определение степени независимости лиц, проводящих верификацию.

2.2. Для каждого из этапов верификации: определение перечня выполняемых задач и применяемых для этого методик.

2.3. Определение мероприятий по устранению недостатков, выявленных в процессе верификации.

2.4. Определение мероприятий по документированию процесса верификации.

3. Выполнение верификации (указанные ниже действия выполняются для каждого из этапов верификации).

3.1. Выполнение задач верификации.

3.2. Устранение недостатков, выявленных в процессе верификации.

3.3. Документирование выполненных действий, включая действия по устранению недостатков.

3.4. Анализ результатов и принятие решения о переходе к следующему этапу разработки АПЛ.

2. Действия этапов верификации АПЛ на базе ПЛИС и применяемые методики

Соответствие между этапами верификации автоматов с программируемой логикой, выполняемыми на этих этапах задачами, и применяемыми для выполнения задач методиками установлено в табл. 1.

Функциональное и временное моделирование выполняется для проекта ПЛИС в среде проекти-



рования в соответствие с функциональными возможностями САПР. Подход к оценке сложности автоматов с программируемой логикой на базе ПЛИС предложен в работе [6]. Описание других методик верификации содержится в стандартах по безопасности [2, 5].

Таблица 1

Соответствие между этапами верификации АПЛ, выполняемыми задачами и применяемыми методиками

Этап верификации	Задача верификации	Методика верификации
Верификация схем алгоритмов формирования сигналов	Оценка полноты и корректности схем алгоритмов	Технический обзор документации
	Оценка соответствия техническому заданию на ИУС	Анализ трассируемости
	Оценка структурированности программных моделей алгоритмов	Оценка сложности
Верификация программных моделей алгоритмов формирования сигналов в среде проектирования	Тестирование программных моделей алгоритмов	Функциональное и временное моделирование в среде проектирования

Этап верификации	Задача верификации	Методика верификации
	Оценка полноты тестовых проверок	Сквозной просмотр документации
	Оценка соответствия схемам алгоритмов формирования сигналов	Анализ трассируемости
Верификация программной модели АПЛ в среде проектирования	Тестирование программной модели АПЛ	Функциональное и временное моделирование в среде проектирования
	Оценка полноты тестовых проверок	Сквозной просмотр документации
	Оценка соответствия программным моделям алгоритмов формирования сигналов	Анализ трассируемости
Верификация ПЛИС с имплементированной программной моделью АПЛ	Тестирование ПЛИС с имплементированной программной моделью АПЛ	Функциональное тестирование по принципу «черного ящика»
	Оценка полноты тестовых проверок	Сквозной просмотр документации

Этап верификации	Задача верификации	Методика верификации
	Оценка соответствия ПЛИС модели программной модели АПЛ	Анализ трассируемости

При разработке ИУС в качестве основы АПЛ могут применяться ранее разработанные проекты. При этом необходимо определить тип и объем выполняемых изменений, и на основании данной информации определить объем необходимых действий по верификации.

При использовании ранее разработанных проектов (программных моделей) АПЛ в них могут вноситься изменения, вызванные следующими причинами:

- изменения в алгоритмах формирования сигналов;
- изменения используемой элементной базы (применение других кристаллов ПЛИС);
- изменения используемых инструментальных средств (среды проектирования).

Выводы

Метод комплексной верификации АПЛ на базе ПЛИС для ИУС включает набор действий по анализу объекта верификации, планированию верификации, а также поэтапному проведению верификации. При анализе объекта верификации должны быть определены его свойства (категория безопасности и апробированность), влияющие на независимость верификации АПЛ, а также на объем выполняемых задач.

При планировании верификации для каждого из этапов конкретизируются значения атрибутов, а именно, определяется степень независимости задействованного персонала, перечень выполняемых задач и применяемых методик, мероприятия по устранению недостатков и по документированию. В ходе выполнения исследования разработаны подход, позволяющий выполнять в полном объеме планирова-

ние и проведение верификации АПЛ. Процесс верификации проводится поэтапно. Для каждого из этапов выполняются запланированные задачи, при этом все мероприятия документируются, а выявленные недостатки устраняются. По окончании каждого из этапов верификации АПЛ проводится анализ результатов и принимается решения о переходе к следующему этапу разработки АПЛ.

Список литературы

1. Бахмач Е.С., Виноградская С.В., Розен Ю.В. и др. Программно-технические комплексы аварийной и предупредительной защиты ядерных реакторов: обеспечение и оценка безопасности // *Ядерная и радиационная безопасность*. – 2005. – Т. 8, № 1. – С. 21-50.
2. Ястребенецкий М.А., Васильченко В.Н., Виноградская С.В. и др. *Безопасность атомных станций: Информационные и управляющие системы*. – К.: Техніка, 2004. – 472 с.
3. Харченко В.С., Тарасенко В.В., Ушаков А.А. *Встроенные отказоустойчивые цифровые системы с программируемой логикой*. – Х.: НАКУ «ХАИ», 2004. – 188 с.
4. Ушаков А.А., Желтухин А.В., Скляр В.В. и др. Анализ рисков проектирования и эксплуатации цифровых систем на ПЛИС // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2006. – № 7 (19). – С. 88-98.
5. Смит Д., Симпсон К. *Функциональная безопасность. Простое руководство по применению стандарта МЭК 61508 и связанных с ним стандартов*. – М.: Издательский Дом «Технологии», 2004. – 208 с.
6. Скляр В.В., Головир В.А. *Метрики оценки сложности проектов ПЛИС, реализующих алгоритмы управления технологическим оборудованием АЭС* // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2006. – № 7 (19). – С. 82-87.

Поступила в редакцию 7.07.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.С. Харченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.