

УДК 004.3:681.518

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ, ОСНОВАННОЙ НА ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМАХ

Иванов Д.Е.

CONSTRUCTION OF THE DIAGNOSTIC SYSTEM OF DIGITAL DEVICES BASED ON EVOLUTIONARY ALGORITHMS

Ivanov D.E.

В статье рассматривается построение системы моделирования и диагностики цифровых устройств логического уровня представления. Особенностью системы является то, что основная функциональность по построению идентифицирующих последовательностей различных классов и их оптимизации реализована с помощью эволюционных алгоритмов. Это позволяет повысить эксплуатационные характеристики системы в терминах качества строящихся последовательностей. Разработка подходов к построению параллельных версий эволюционных алгоритмов позволяет адаптировать разрабатываемую систему для работы на параллельных вычислительных системах различных классов.

Ключевые слова: цифровое устройство, моделирование, система диагностики, эволюционные вычисления, параллельные вычисления.

Введение. Необходимость контроля работоспособности современной цифровой техники на всех этапах жизненного цикла требует соответствующего развития методов её диагностики, тестирования и верификации. Такие методы ложатся в основу автоматизированных систем моделирования и диагностики, которые, в свою очередь, являются частью систем автоматизированного проектирования (САПР) цифровых устройств (ЦУ). САПР ЦУ являются инструментальными средствами разработчика и применяются на различных этапах жизненного цикла разработки: проектирование, выходной и оперативный контроль. Именно качество реализованных в САПР методов диагностики определяет её способность решать поставленные задачи. Основными направлениями развития САПР ЦУ логического уровня представления являются возможность обработки дизайнов очень большой размерности и проектирование энергоэффективных устройств.

Одним из перспективных направлений развития методов диагностирования является применение различных псевдоприродных эвристик

[1]. Среди них, безусловно, наиболее популярными являются генетические алгоритмы (ГА) [2]. Именно ГА были исторически первыми эволюционными методами, которые стали применяться к решению задач диагностики. На основе ГА разработаны методы построения проверяющих тестов [3-4], инициализирующих последовательностей [5] и верификации эквивалентности [6]. В отечественной литературе методы диагностирования ЦУ, которые используют в качестве процедуры поиска ГА, обобщены в монографии авторов [7], которые также занимались решением таких задач. В целом, методы, основанные на ГА, показывают сопоставимые с детерминированными методами результаты, обладая тем преимуществом, что позволяют обрабатывать большие ЦУ [8]. Позже интерес исследователей сместился к другим ЭА, среди которых можно отметить метод симуляции отжига СО [9-10] и муравьиные алгоритмы [11-13].

Среди преимуществ эволюционных методов в контексте решения задач диагностики и контроля ЦУ можно отметить следующие:

- возможность обработки ЦУ большой размерности;
- снижение требования к памяти инструментальной ВС при обработке дизайнов современных крупных ЦУ.

Такие преимущества ЭА обусловлены за счёт смены парадигмы с задачи синтеза решений, заключающейся, в основном, в обходе деревьев решений, на итеративную задачу анализа, заключающуюся в моделировании поведения ЦУ на заданной последовательности. При этом задача моделирования ЦУ (исправного и с неисправностями), в целом считается решённой.

Постановка задачи. Из приведённого выше анализа применения ЭА в задачах диагностирования видно, что совокупность разработанных исследователями методов позволяет решать основные задачи диагностики и контроля ЦУ структурного уровня. Это, в свою очередь, даёт

возможность проектировать такие системы автоматизированной диагностики, которые с помощью ЭА решают не отдельные задачи, а всю их совокупность.

Целью настоящей работы является представление опыта построения автоматизированной системы моделирования и диагностики ЦУ АСМИД-Evolution, которая использует данный подход. Упор при разработке системы делался на два следующих направления:

- применение эволюционных методов при решении задач построения идентифицирующих последовательностей (ИдП) различных классов и их оптимизации;

- широкое применение параллельных вычислений, позволяющее выполнять адаптацию системы для работы на современных параллельных вычислительных системах (ВС) различных классов.

Отметим, что в данной статье мы не ставим целью привести исключительное описание непосредственно эволюционных методов построения ИдП или их параллельных реализаций, которые достаточно подробно описаны авторами, например, в [7]. Главной целью данной статьи является именно интеграция таких методов и подходов, реализованных в виде в единой автоматизированной системы диагностики и моделирования.

Функции и структура системы.

Представляемая система является развитием предыдущих версий [14], наследуя, в частности, базовую внутреннюю структуру данных. С другой стороны, она содержит новую идеологическую составляющую, а именно – широкое использование эволюционных алгоритмов и параллельных вычислений в методах контроля и диагностики ЦУ. При этом с помощью эволюционных алгоритмов реализована как традиционная функциональность системы (генерация проверяющих тестов), так и совершенно новая: построение широкого класса ИдП, методы проектирования энергоэффективных ЦУ.

Укрупнённая структурная схема системы представлена на рис.1. Система состоит из 5 подсистем, реализующих следующие функции:

- подсистема предобработки: трансляция описания во внутреннюю структуру; вычисление параметров наблюдаемости/управляемости, построение списков неисправностей;

- подсистема моделирования: моделирование поведения исправного ЦУ в 3-х и 16-и значном алфавитах; моделирование поведения ЦУ с неисправностями в 3-х и 16-и значном алфавитах; параллельное моделирование ЦУ с неисправностями для параллельных ВС с общей и распределённой памятью;

- подсистема GA-Analyze: построение проверяющих/диагностических тестов константных неисправностей; построение инициализирующих и верифицирующих эквивалентность

последовательностей; построение энергоэффективных тестов, основанное на избыточном тестировании; оценка рассеивания тепла для заданной входной последовательности;

- подсистема SA-Analyze;
- подсистема просмотра результатов: просмотр отчётов, описания устройств (в текстовом и внутреннем форматах); просмотр временных диаграмм работы исправных устройств.

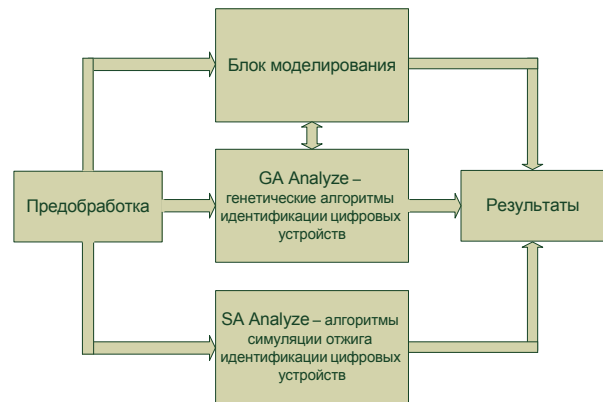


Рис.1. Общая структура системы АСМИД-Evolution

Система ориентирована на текстовый ввод, поскольку именно такое описание генерируется автоматизированными системами из описания на функциональном уровне (VHDL, Verilog и т.п.). Транслятор текстового описания во внутреннюю структуру данных расположен в подсистеме предобработки.

Центральными являются подсистемы GA-Analyze и SA-Analyze, которые реализуют основную функциональность построения ИдП различных классов и их оптимизации, и подсистема моделирования, которая реализует методы моделирования ЦУ, а также на их основании оценку потенциальных решений-последовательностей в эволюционных алгоритмах. Подсистемы предобработки и просмотра результатов несут вспомогательный характер.

Математической основой методов и алгоритмов в системе АСМИД являются булевы алфавиты различной значности, а также основанные на них многозначные логики. Наиболее широко используются 3-значный алфавит E_3 и 16-значный алфавит B_{16} , а также основанная на них система компонентных функций [15]. На основании многозначных логик разработан и реализован математический аппарат построения оценочных функций в ЭА генерации ИдП [16]. Его применение даёт возможность при построении оценочных функций формализовать информацию о поведении устройств на структурном уровне, более точно оценивать строящиеся последовательности и, следовательно, улучшить сходимость эволюционных методов.

Основной структурой данных системы является система связанных таблиц описания ЦУ на структурном уровне представления. Три основные таблицы хранят информацию о типах логических элементов, логических элементах и связях между ними в устройстве.

В процессе работы системы используется целый ряд других структур представления данных. Перечислим основные из них:

- двунаправленный список неисправностей, который используется в программах моделирования с неисправностями и построения тестов;

- список значений сигналов элементов состояний, используется в методах генерации тестов и алгоритмах параллельного моделирования с одиночным продвижением влияния неисправностей; отметим, что в данном списке хранятся значения сигналов не для всех триггеров, а только для тех, чьи значения отличаются от значений соответствующих линий исправного ЦУ, полученных к текущему такту модельного времени;

- список множества состояний ЦУ, достигнутых в процессе работы некоторого метода; также для каждого из достигнутых состояний хранится последовательность, которая позволяет ЦУ его достичь.

Дополнительно система использует хранение рабочей информации в файлах. ИдП хранятся в файлах следующих типов:

- проверяющие тесты (*.tst);
- диагностические тесты (*.dts);
- инициализирующие последовательности (*.ini);
- верифицирующие эквивалентность последовательности (*.ver);
- энергоэффективные тесты (*.ets);
- избыточные тесты (*.rts).

Все файлы указанных типов имеют сходный формат. Новым форматом в системе является файл с описанием переключательной активности последовательностей (*.grw). В файле в текстовом виде хранятся оценки рассеивания тепла для каждой подпоследовательности, а также информация о списках проверяемых ими неисправностей.

Программная реализация системы включает 24 модуля, из которых 3 относятся к предварительной обработке, 2 – к просмотру результатов, остальные 19 – непосредственно реализуют основную функциональность системы: моделирование ЦУ, построение ИдП различных классов, оценка рассеивания тепла устройств, выбор субоптимального подмножества последовательностей.

Эволюционные вычисления. Как было отмечено выше, к настоящему моменту времени разработан целый ряд эволюционных алгоритмов построения ИдП различных классов. В эволюционных методах происходит итеративное построение потенциальных решений, в качестве которых выступают входные двоичные

последовательности. Качество таких решений далее проверяется на основании моделирования поведения ЦУ на заданной последовательности. Методология синтеза таких методов обобщена авторами в [7]. Разработка такой методологии даёт возможность синтезировать новые эволюционные методы и, тем самым, расширять функциональность системы под конкретные нужды разработчика.

В рассматриваемой системе представлено две подсистемы GA-Analyze и SA-Analyze, в которых применяются эволюционные методы генерации ИдП и их оптимизации.

Для примера рассмотрим структуру подсистемы GA-Analyze и её входные/выходные потоки данных (рис.2). Здесь каждый блок соответствует программному модулю, предназначенному для генерации заданного типа последовательностей. Реализованные в данной подсистеме методы используются в качестве основной поисковой процедуры генетический алгоритм.

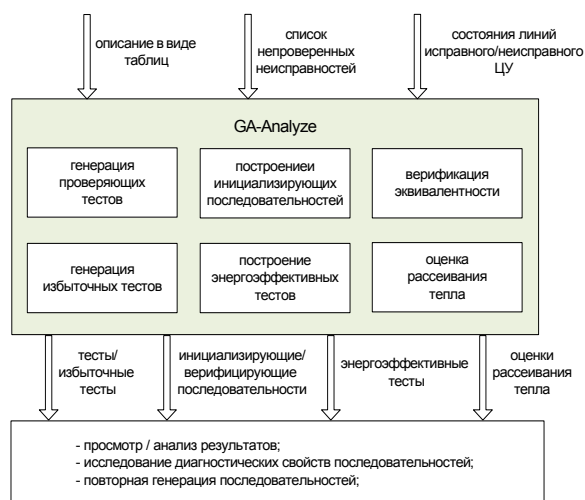


Рис.2. Подсистема GA-Analyze и её входные/выходные потоки данных

Подсистема содержит следующие функциональные компоненты:

- ГА-метод генерации проверяющих тестов ЦУ;
- ГА-метод генерации диагностических тестов ЦУ;
- ГА-ориентированный метод построения последовательностей для логической инициализации ЦУ;
- ГА-метод верификации эквивалентности поведения двух заданных ЦУ;
- ГА-метод генерации избыточных тестов;
- ГА-ориентированный метод оценки пиковых показателей рассеивания тепла ЦУ;
- ГА-метод выбора субоптимального подмножества тестов с минимальным рассеиванием тепла (энергоэффективных тестов).

Подсистема SA-Analyze имеет такую же структуру, как и подсистема GA-Analyze, а также работает с аналогичными входными и выходными данными. Отличием является то, что методы, реализующие её функции, основаны на оптимизационной стратегии симуляции отжига [10]. Включение в систему подсистем с аналогичными функциями, но с различным алгоритмическим наполнением повышает гибкость разработчика в выборе компонент для работы.

Применение новых ЭА в задачах поиска решений позволяет повысить эксплуатационные характеристики системы за счёт обработки ЦУ большой размерности и построения тестовых последовательностей с улучшенными характеристиками [7]:

- полнота проверяющих тестов повышена на 7-10%;
- степень верификации повышена на 12-15%;
- рассеивание тепла в процессе тестирования снижено на 75-93%.

Параллельные вычисления. Как было отмечено выше, ЭА относятся к методам, которые для оценки потенциальных решений используют процедуры моделирования. Итеративный вызов таких процедур делает ЭА построения ИдП достаточно медленными при реализации. Выходом из такой ситуации является разработка параллельных версий ЭА. Данная задача рассматривается авторами в двух направлениях:

- построение структур параллельных версий ЭА;
- применение параллельных методов моделирования ЦУ в функциях оценки качества решений.

Основными при построении параллельных версий ГА явлюсь схемы «хозяин-рабочий» и «островов». В схеме «хозяин-рабочий» имеется один цикл эволюции решений, а ускорение работы достигается за счёт параллельного моделирования поведения одного или нескольких ЦУ в процедурах оценки особей. Разработана методика построения параллельных версий ГА-методов по данной схеме, на основании которой реализованы новые ГА генерации ИдП для слабо- и сильнопараллельных ВС, а также исследованы их характеристики масштабируемости. Быстродействие методов генерации последовательностей увеличено в 1.6-2.2 раза на двухядерной системе, в 1.1-3.2 раза на 4-ядерной системе, в 2.2-13.5 раза на 12-ядерной системе.

Для схемы «островов» параллельных ГА разработаны новые методы работы компонент сервера и клиентов. Особенностью предложенного подхода является централизованное управление сервером всеми структурными компонентами, что позволяет реализовывать произвольные топологии взаимодействия островов и стратегии адаптации их параметров. При этом за счёт вариации данных параметров фактически реализуется построение

новых параллельных ГА-методов для доступного класса параллельных вычислительных систем.

Вторым направлением при разработке параллельных ЭА является применение параллельных методов моделирования. Они реализованы в подсистеме моделирования, которая также является одной из центральных. Представленные методы моделирования имеют двойное назначение. Во первых, они имеют самостоятельную ценность при решении соответствующих задач. Во вторых, на основании реализованных в подсистеме методов происходит оценка потенциальных решений (особей в ГА и конфигураций в СО) во всех эволюционных методах построения ИдП различных классов.



Рис.3. Подсистема моделирования и её входные/выходные потоки данных

Подсистема моделирования содержит следующие функциональные элементы (рис.3):

- программа моделирования работы исправного ЦУ в 3-х и 16-и значном алфавитах;
- программа моделирования работы ЦУ с неисправностями в 3-х и 16-и значном алфавитах; при этом каждая неисправность моделируется для каждого входного набора;
- программа моделирования работы ЦУ с неисправностями с сжатием списка неисправностей; используется параллельное по разрядам машинного слова одиночное распространение неисправностей; программа предназначена для одноядерных рабочих станций и служит для быстрого определения диагностических свойств заданной входной последовательности;
- программа параллельного моделирования поведения ЦУ с неисправностями для

- многоядерных (многопроцессорных) рабочих станций с общей памятью;
- программа параллельного моделирования поведения ЦУ с неисправностями для вычислительной системы с распределённой памятью (локальной сети).

При разработке параллельных методов моделирования основной выбрана схема с разбиением списка неисправностей, которая показывает хорошую масштабируемость при росте числа процессоров. Быстродействие разработанных методов моделирования с неисправностями повышено в 4.4-7.0 раза на 8-процессорном кластере и в 2.8-3.4 раза на 4-ядерной системе. Также для многоядерной ВС с общей памятью предложен принципиально новый метод, который заключается в параллельном моделировании групп неисправностей, что позволило повысить скорость в 4.6-6.7 раза на 12-ядерной системе.

Видно, что в подсистеме реализованы методы моделирования для вычислительных систем различных классов: традиционных одноядерных рабочих станций, перспективных многоядерных рабочих станций с общей памятью, а также распределенных параллельных ВС. Совокупность разработанных методов позволяет выполнять адаптацию ЭА, в которых применяется моделирование ЦУ с неисправностями, на параллельные аппаратные платформы различных классов.

Выводы. В работе описано построение автоматизированной системы моделирования и диагностики, в которой задачи построения и оптимизации ИдП решаются на основании эволюционных методов.

Применение эволюционных методов при решении данных задач позволяет повысить эксплуатационные характеристики системы за счёт обработки ЦУ большой размерности, а также строить тестовые последовательности с улучшенными характеристиками в терминах соответствующих задач: число инициализированных триггеров, степень распознавания эквивалентности, полнота теста и т.д.

Совокупность разработанных параллельных эволюционных методов генерации диагностических последовательностей и параллельных методов моделирования, необходимых для оценки потенциальных решений в эволюционных методах, позволяет адаптировать данную систему на тот класс параллельных ВС, который доступен разработчику.

Л и т е р а т у р а

1. Скобцов Ю.А. Метаэвристики / Ю.А. Скобцов, Е.Е. Федоров. – Донецк: Ноулидж, 2013. – 426 с.
2. Goldberg D.E. Genetic Algorithm in Search, Optimization, and Machine Learning / D.E. Goldberg.- Boston, MA: Addison-Wesley Longman Publishing Co.- 1989.- 412p.

3. Corno F. Experiences in the use of evolutionary techniques for testing digital circuits / F. Corno, M. Sonza Reorda, M. Rebaudengo // Proc. of Conf. Applications and science of neural networks, fuzzy systems, and evolutionary computation, San Diego CA.- 1998.- P.128-139.
4. Yu X. Diagnostic Test Generation for Sequential Circuits / X. Yu, J. Wu, E.M. Rudnick // Proc. of International Test Conference.- 2000.- P.225-234.
5. Corno F. A Genetic Algorithm for the Computation of Initialization Sequences for Synchronous Sequential Circuits / F. Corno, P. Prinetto, M. Rebaudengo etc. // Proceeding ATS '01 Proceedings of the 10th Anniversary Compendium of Papers from Asian Test Symposium 1992-2001.- 2001.- P.213.
6. Corno F. Approximate Equivalence Verification for Protocol Interface Implementation via Genetic / F. Corno, M. Sonza Reorda, G. Squillero // Proceedings of the First European Workshops on Evolutionary Image Analysis, Signal Processing and Telecommunications.- 1999.- P.182-192.
7. Иванов Д.Е. Генетические алгоритмы построения входных идентифицирующих последовательностей цифровых устройств. – Донецк, 2012. – 240с.
8. Corno F. Comparing topological, symbolic and GA-based ATPGs: an experimental approach / F. Corno, P. Prinetto, M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda // Proceedings of the IEEE International Test Conference on Test and Design Validity, Washington (USA).- 1996.- P.39-47.
9. Corno F. SAARA: a simulated annealing algorithm for test pattern generation for digital circuits / F. Corno, P. Prinetto, M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda // Proceedings of the 1997 ACM symposium on Applied computing, San Jose, California.- 1997.- P.228-232.
10. Иванов Д.Е. Применение алгоритмов симуляции отжига в задачах идентификации цифровых схем / Д.Е. Иванов // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Інформатика і моделювання.– Харків: НТУ "ХПІ", 2011.– № 17.– С.60-69.
11. Xiaojing H. Ant Colony Optimizations for Initialization of synchronous sequential circuits / H. Xiaojing, S. Zhengxiang // Proc. of IEEE Circuits and Systems International Conf., 2009.– Pp.5–18.
12. Farah R. An Ant Colony Optimization Approach for Test Pattern Generation / R. Farah, H.M. Harmanani // Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE), May, 2008.- Pp.1397-1402, 4-7.
13. Xin F. A Sequential Circuits Test Set Generation Method Based on Ant Colony Particle Swarm algorithm / Fu Xin, Fu Shuai // Proc. of National Conference on Information Technology and Computer Science (CITCS 2012).- Atlantis Press, 2012.- Pp.205-209.
14. Иванов Д.Е. Автоматизированная система моделирования и генерации тестов АСМИД-Е. / Д.Е. Иванов, Ю.А. Скобцов // Техническая диагностика и неразрушающий контроль.- №2, 2000.- С.54-59.
15. Скобцов Ю. А. Логическое моделирование и тестирование цифровых устройств / Ю.А. Скобцов, В.Ю. Скобцов.- Донецк: ИПММ НАНУ, ДонНТУ, 2005.- 436с.
16. Иванов Д. Е. Применение информации структурного уровня в алгоритмах построения идентифицирующих последовательностей / Д.Е. Иванов // Известия ЮФУ. Технические науки.- 2013.- №1.- С.149-160.

References

1. Skobcov Yu.A. Metaevristiki / Yu.A. Skobcov, E.E. Fedorov. - Doneck: Noulidzh, 2013. - 426 s.
2. Goldberg D.E. Genetic Algorithm in Search, Optimization, and Machine Learning / D.E. Goldberg.- Boston, MA: Addison-Wesley Longman Publishing Co.- 1989.- 412p.
3. Corno F. Experiences in the use of evolutionary techniques for testing digital circuits / F. Corno, M. Sonza Reorda, M. Rebaudengo // Proc. of Conf. Applications and science of neural networks, fuzzy systems, and evolutionary computation, San Diego CA.- 1998.- P.128-139.
4. Yu X. Diagnostic Test Generation for Sequential Circuits / X. Yu, J. Wu, E.M. Rudnick // Proc. of International Test Conference.- 2000.- P.225-234.
5. Corno F. A Genetic Algorithm for the Computation of Initialization Sequences for Synchronous Sequential Circuits / F. Corno, P. Prinetto, M. Rebaudengo etc. // Proceeding ATS '01 Proceedings of the 10th Anniversary Compendium of Papers from Asian Test Symposium 1992-2001.- 2001.- P.213.
6. Corno F. Approximate Equivalence Verification for Protocol Interface Implementation via Genetic / F. Corno, M. Sonza Reorda, G. Squillero // Proceedings of the First European Workshops on Evolutionary Image Analysis, Signal Processing and Telecommunications.- 1999.- P.182-192.
7. Ivanov D.E. Geneticheskie algoritmy postroeniya vkhodnykh identifikiruyushhix posledovatel'nostej cifrovyykh ustrojstv / D.E. Ivanov.- Doneck, 2012.- 240s.
8. Corno F. Comparing topological, symbolic and GA-based ATPGs: an experimental approach / F. Corno, P. Prinetto, M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda // Proceedings of the IEEE International Test Conference on Test and Design Validity, Washington (USA).- 1996.- P.39-47.
9. Corno F. SAARA: a simulated annealing algorithm for test pattern generation for digital circuits / F. Corno, P. Prinetto, M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda // Proceedings of the 1997 ACM symposium on Applied computing, San Jose, California.- 1997.- P.228-232.
10. Ivanov D.E. Primenenie algoritmov simulyatsii otzhiga v zadachakh identifikatsii cifrovyykh sxem / D.E. Ivanov // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "Kharkivskiyi politekhnichnyi instytut". Zbirnyk naukovykh prats. Tematychnyi vypusk: Informatyka i modeliuвання.- Kharkiv: NTU "KhPI", 2011.- № 17.- С.60-69.
11. Xiaojing H. Ant Colony Optimizations for Initialization of synchronous sequential circuits / H. Xiaojing, S. Zhengxiang // Proc. of IEEE Circuits and Systems International Conf., 2009.- Pp.5-18.
12. Farah R. An Ant Colony Optimization Approach for Test Pattern Generation / R. Farah, H.M. Harmanani // Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE), May, 2008.- Pp.1397-1402, 4-7.
13. Xin F. A Sequential Circuits Test Set Generation Method Based on Ant Colony Particle Swarm algorithm / Fu Xin, Fu Shuai // Proc. of National Conference on Information Technology and Computer Science (CITCS 2012).- Atlantis Press, 2012.- Pp.205-209.
14. Ivanov D.E. Avtomatizirovannaya sistema modelirovaniya i generatsii testov ASMID-E. / D.E. Ivanov, Yu.A. Skobcov // Texnicheskaya diagnostika i nerazrushayushhiy kontrol'.- №2, 2000.- С.54-59.
15. Skobtsov Yu.A. Logicheskoe modelirovanie i testirovanie cifrovyykh ustrojstv / Yu.A. Skobcov, V.Yu. Skobcov.- Doneck: IPMM NANU, DonNTU, 2005.- 436s.
16. Ivanov D.E. Primenenie informatsii strukturnogo urovnya v algoritmax postroeniya identifikiruyushhix posledovatel'nostej / D.E. Ivanov // Izvestiya YuFU. Texnicheskie nauki.- 2013.- №1.- С.149-160.

Іванов Д. Є. Побудова системи діагностики цифрових пристроїв, що базується на еволюційних алгоритмах

У статті розглядається побудова системи моделювання та діагностики цифрових пристроїв логічного рівня представлення. Особливістю системи є те, що основна функціональність з побудови ідентифікуючих послідовностей різних класів та їх оптимізації реалізована за допомогою еволюційних алгоритмів. Це дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики системи в термінах якості послідовностей, що будуються. Розробка підходів до побудови паралельних версій еволюційних алгоритмів дозволяє адаптувати систему, що розробляється, до роботи на паралельних обчислювальних системах різних класів.

Ключові слова: цифровий пристрій, моделювання, система діагностики, еволюційні обчислення, паралельні обчислення.

Ivanov D. E. Construction of the diagnostic system of digital devices based on evolutionary algorithms

The article discusses the construction of the system of simulation and diagnosis of digital devices on the logic level of presentation. It is described the purpose, basic structure and functions of the system. The main feature of the system is that the basic functionality of the construction of identifying sequences of various classes and their optimization is implemented using evolutionary algorithms. The main search procedures are genetic algorithm and simulated annealing. This allows handling large digital circuits and improving system performance in terms of quality of the constructed sequences. It is described the used approaches to the construction of parallel evolutionary algorithms and methods for parallel fault simulation. Widespread use of parallel methods allows adapting the developed system for parallel computing systems of different classes.

Keywords: digital device, simulation, system of diagnostics, evolutionary computation, parallel computing.

Іванов Дмитрій Євгенєвич, д.т.н., доцент, с.н.с. отдела теории управляющих систем, Институт прикладной математики и механики НАН Украины, г. Донецк, ivanov@iamm.ac.donetsk.ua

Рецензент: **Данич В.М.**, д.т.н., професор.

Статья подана 17.02.14