

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Лях Татьяны Викторовны "Динамическая верификация процесс-ориентированных программ управления киберфизическими системами", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

Актуальность темы диссертации. Создание программ управления киберфизическими системами требуют от изготовителя по сравнению с разработкой программного обеспечения общего назначения дополнительных мер для обеспечения надежности и безопасности разрабатываемой системы. Ошибки, допущенные на этапе проектирования и разработки программ управления, могут стать причиной задержки ввода киберфизической системы в эксплуатацию, возникновения аварийных ситуаций или сбоев в процессе работы технологического оборудования.

В связи с этим разработка средств тестирования и верификации программ управления и, следовательно, обнаружение ошибок на более ранних стадиях разработки программ управления на предприятии изготовителе, чему посвящена предлагаемая к защите диссертация, является актуальной.

Структура и содержание диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, списка цитируемой литературы из 106 наименований. Приведены два Акта о внедрении результатов диссертационной работы.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, определены цели и задачи работы, сформулированы научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен обширный и содержательный обзор подходов к верификации программ управления киберфизическими системами. На основе обзора выявлена современная тенденция разработки и верификации программ управления киберфизическими системами, заключающаяся в интеграции методов динамической верификации и итерационного процесса разработки программ управления киберфизическими системами с

использованием программных имитаторов окружающей среды. На основании проведенного исследования сформулированы требования к средствам динамической верификации процессно-ориентированных управляющих программ киберфизических систем.

Во второй главе приведено теоретическое обоснование методов и моделей динамической верификации процессно-ориентированных программ управления киберфизическими системами. Определено понятие гиперпроцесса и с использованием этого понятия построена математическая модель динамической верификации процессно-ориентированных программ управления киберфизических систем. Математическая модель наряду с традиционными компонентами: модели алгоритма управления и модели объекта управления – расширена моделями Диспетчера, моделирующего управление сценариями тестирования, и Верификатора, реализующего проверку реакций верифицируемого программного обеспечения в соответствии с заданными критериями.

В третьей главе приведена архитектура программного комплекса динамической верификации процессно-ориентированных программ управления киберфизическими системами. Описана реализация программного комплекса с использованием процессно-ориентированного языка Reflex и среды разработки LabVIEW.

Программный комплекс реализован в двух вариантах: автоматизированный (с участием человека-оператора) и автоматический комплексы динамической верификации процессно-ориентированных программ управления киберфизическими системами. Следует отметить, что автоматическая верификация (без участия человека или с минимальным участием человека) – это новое, перспективное, но вместе с тем наиболее трудоемкое и менее исследованное направление в тестировании программного обеспечения управляющих комплексов технологических и киберфизических систем.

В четвертой главе приведены результаты практического использования разработанного программного комплекса динамической верификации

процессно-ориентированных программ управления киберфизическими системами для разработки и верификации программ управления трех конкретных систем.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Разработана четырехкомпонентная математическая модель системы динамической верификации процессно-ориентированных программ управления киберфизических систем.

2. Разработана архитектура программного комплекса динамической верификации процессно-ориентированных программ управления киберфизических систем на базе среды LabVIEW.

Практическая значимость. Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанного программного комплекса динамической верификации процессно-ориентированных программ управления киберфизическими системами для верификации программ управления широкого класса технологических и киберфизических систем, подтвержденной разработкой и верификацией программы управления подсистемой вакуумирования Большого солнечного вакуумного телескопа.

Достоверность и обоснованность результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается:

1. Использованием общеизвестных и обоснованных в научной литературе методов исследования, в частности методов математического и имитационного моделирования, теории управления, процессно-ориентированного подхода к разработке программ управления киберфизических систем.

2. Внедрением практических результатов работы в Институте солнечно-земной физики СО РАН, о чем имеется Акт внедрения.

3. Апробацией работы в виде публикаций в научных журналах, рекомендованных ВАК, докладов и выступлений на конференциях.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации.

Основные результаты диссертации изложены в 13 публикациях, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук и ученой степени доктора наук. В публикациях достаточно полно отражены основные результаты диссертации.

Замечания. К замечаниям по диссертационной работе следует отнести:

1. На рис. 2, стр. 47 не представлена обратная связь от моделей Controller, Plant, Verifier к модели Dispatcher, так как в случае автоматизированной верификации роль диспетчера может выполнять человек-оператор.

2. В результатах диссертационной работы в последнем пункте "Подход апробирован на задаче верификации вакуумной подсистемой Большого солнечного телескопа (БСВТ). Исследованы существующие подходы к верификации процесс-ориентированных программ управления КФС" неудачно помещен результат "Исследованы существующие подходы к верификации процесс-ориентированных программ управления КФС". По логике это должен быть либо первый результат, либо этот результат опущен, так как в первой главе диссертации подробно рассмотрены существующие подходы к верификации процессно-ориентированных программ управления киберфизических систем.

3. В тексте диссертации имеются опечатки и погрешности, например, на стр. 32 "В области промышленной автоматизации, ведущие игроки на рынке SCADA-систем ...", на стр. 93 имеется некорректная ссылка на рис. 2, на стр. 103 имеется некорректная ссылка на рис. 6 и др.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и значимости полученных результатов.

Заключение. Диссертация Лях Т. В. "Динамическая верификация процесс-ориентированных программ управления киберфизическими

системами" является завершенной научной работой, содержащей решение актуальной задачи. Автореферат отражает основное содержание диссертации. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации, для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.18 "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ" по техническим наукам. Результаты получены автором самостоятельно. Результаты диссертационной работы достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Диссертационная работа полностью соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Татьяна Викторовна Лях, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник
лаборатории автоматизированных
систем ФИЦ ИВТ

В.В. Окольнишников

ФИО: Окольнишников Виктор Васильевич
Почтовый адрес:
630090, Новосибирская область,
г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 6.
Рабочий телефон: 7 (383) 330-25-72
E-mail: okoln@mail.ru

Подпись В. В. Окольнишникова заверяю:
Ученый секретарь ФИЦ ИВТ
кандидат физико-математических наук

9.12.2020



А.А. Редюк