

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.005.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОМЕТРИИ СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «20» мая 2021 г. № 3

О присуждении Розову Андрею Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка моделей и методов процесс-ориентированного программирования для открытых микроконтроллерных платформ» по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «2» марта 2021 г. протокол № 2 диссертационным советом Д 003.005.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 1, приказ Минобрнауки России 255/нк от 28 марта 2020 года.

Соискатель Розов Андрей Сергеевич 27.05.1989 года рождения,

в 2012 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ),

в 2015 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в Лаборатории киберфизических систем (19) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института

автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН).

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент,

Зюбин Владимир Евгеньевич, заведующий Лабораторией киберфизических систем (19), ИАиЭ СО РАН, г. Новосибирск.

Официальные оппоненты:

Шидловский Станислав Викторович, д.т.н., декан Факультета инновационных технологий, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск.

Болховитянов Дмитрий Юрьевич, к.т.н., старший научный сотрудник Сектора 5-12, Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера» Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ), г. Новосибирск,

в своем положительном заключении, подписанном

- Д.Н. Достовалов, к.т.н. заведующий Кафедрой АСУ НГТУ
- Ю.В. Шорников, профессор, д.т.н., профессор Кафедры АСУ НГТУ,

Заверенном

- Батаев Анатолий Андреевич (д.т.н., профессор, Ректор НГТУ)

указала, что диссертационная работа полностью соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 25 научных работ, из которых 7 в рецензируемых научных журналах и изданиях:

1. Розов А. С., Зюбин В. Е. Расширенная модель гиперпроцесса для программирования микроконтроллеров // Промышленные АСУ и контроллеры. 2016 г., № 9. С. 34-38.
2. Краснов Д. В., Нефедов Д. В., Санжиев Е. С., Лях Т. В., Розов А.С. Практическая апробация процесс-ориентированной технологии программирования на открытых микроконтроллерных платформах // Вестник ВСГУТУ. 2017, Т. 66, вып. 3. С.85–92.
3. Розов А. С., Лях Т. В., Краснов Д. В., Санжиев Е. С. Практическая апробация языка IndustrialC на примере автоматизации установки термовакuumного напыления // Вестник НГУ Серия: Информационные технологии, Том 15, Выпуск № 3 (2017). С. 90-99.
4. Розов А. С., Зюбин В. Е., Нефедов Д. В. Программирование встраиваемых микроконтроллерных систем на основе гиперпроцессов // Вестник НГУ, Серия: информационные технологии. 2017. Т. 15, № 4. С. 64–73.
5. Зюбин В. Е., Петухов А. С., Розов А. С. Автоматизация измерений мюонным скважинным плотномером // Промышленные АСУ и контроллеры, 2018, №11, С.35-41.
6. Розов А. С., Зюбин В. Е. Адаптация процесс-ориентированного подхода к разработке встраиваемых систем на микроконтроллерах // Автометрия 2019. Т. 55, № 2. С. 114-122.
7. Anureev I., Garanina N., Liakh T., Rozov A., Zyubin V., Gorlatch S. Two-Step Deductive Verification of Control Software Using Reflex // Lecture Notes in Computer Science, vol 11964.

На автореферат поступили следующие положительные отзывы:

- отзыв Молородова Юрия Ивановича (к.ф.-м.н., старший научный сотрудник Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий» (ФИЦ ИВТ), г. Новосибирск), содержащий следующие замечания:

1. Рецензент не может согласиться с фразой из обзора: “Основное отличие

микроконтроллеров от промышленных ПК и ПЛК – существенная ограниченность вычислительных ресурсов.”. ПЛК внутри строятся на основе микроконтроллеров, предоставляя как программную абстракцию в виде компонентной модели программирования и фреймворк для вставки контролируемого кода в общий цикл выполнения программы, так и аппаратную обвязку, которая необходима для выполнения наиболее часто используемых ПЛК функций.

2. Так как разработанный язык представляет собой расширение языка С без использования указателей, то в первом разделе целесообразно было бы рассмотреть наиболее популярные расширения такого вида, которые предполагают более безопасное программирование.
3. Не обоснован выбор Notepad++ в качестве базовой платформы для разработки интегрированной среды.
4. В автореферате приведены не все опубликованные автором работы.

• отзыв Охотникова Владимира Борисовича (к.х.н., технический директор ООО «МЕТА», г. Новосибирск),), содержащий следующие замечания:

1. В тексте автореферата и диссертации используются различные термины для обозначения одних и тех же сущностей, например, метод/методика/подход/технология, название языка С/Си.
2. В пятой главе отмечается обеспечение высокой локальности правок. При этом не уточняется, каким образом оценивался этот параметр.

• отзыв Куклиной Галины Яковлевны (к.ф-м.н., ведущий аналитик ЛаБИФИТ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ), г. Новосибирск), содержащий следующие замечания:

1. При определении правил трансляции для операций запуска и остановки гиперпроцессов отсутствует уточнение, что операции определены только для гиперпроцессов прерываний.
2. В формальном описании синтаксиса языка опущены регулярные выражения для дробных численных констант, при этом из примеров видно, что такие константы языком предусмотрены.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной квалификацией в области математического моделирования, автоматизированных систем управления, встраиваемых систем, лингвистического обеспечения информационных систем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Предложена математическая модель алгоритмов программного обеспечения встраиваемых систем в виде набора гиперпроцессов с различными источниками активации и взаимодействием гиперпроцессов через запуск и остановку прерываний, совмещающая кооперативную и вытесняющую модели многозадачности. Модель позволяет описывать программное обеспечение микроконтроллеров с использованием процесс-ориентированных технологий.

Разработан метод вычисления внешних реакций систем на микроконтроллерах семейства AVR с одновременным использованием аппаратных прерываний и фонового цикла программы и представлением гиперпроцессов в виде процедур обработки прерываний. Метод задан трансляционной семантикой созданного в ходе работы специализированного языка программирования IndustrialC. Предложенный метод позволяет обеспечить требуемое время реакции встраиваемых систем на критические события при сохранении преимущественно кооперативной модели многопоточности.

Разработана архитектура программного комплекса инструментального обеспечения языка IndustrialC, включающего препроцессор, транслятор и интегрированную среду разработки. Архитектура комплекса обеспечивает бесшовную интеграцию его компонентов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что результаты исследования демонстрируют возможность применения технологии процесс-ориентированного программирования при создании встраиваемых систем на базе микроконтроллерных платформ. В работе выявлены специфические свойства встраиваемых микроконтроллерных систем, показана возможность использования преимущественно кооперативной модели многозадачности в присутствии

вытесняющей многозадачности аппаратных прерываний.

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

Предложена формальная математическая модель программного обеспечения микроконтроллеров во встраиваемых системах. Отличительные особенности модели - представление системы в виде набора гиперпроцессов с различными источниками активации, в том числе прерываниями, взаимодействие гиперпроцессов через запуск и остановку источников активации, совмещение кооперативной многозадачности с вытесняющей многозадачностью прерываний.

Разработан специализированный язык программирования IndustrialC. Отличительная особенность языка - наличие синтаксических средств описания процедур обработки прерываний в виде гиперпроцессов, механизмов взаимодействия между гиперпроцессами и средств синхронизации доступа к разделяемой памяти.

Разработан метод вычисления внешних реакций встраиваемой системы на микроконтроллерах семейства AVR. Метод формально задан трансляционной семантикой языка IndustrialC. Отличительная особенность метода состоит в оформлении фопового цикла программы и процедур обработки аппаратных прерываний микроконтроллера в виде гиперпроцессов.

Доказана эффективность разработанных средств процесс-ориентированного программирования при создании встраиваемых систем на без программируемых микроконтроллеров.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан и внедрен специализированный язык программирования, использующий предложенную модель в качестве понятийной базы, реализующий разработанный метод вычисления внешних реакций системы и обеспечивающий возможность описания программного обеспечения микроконтроллеров с применением процесс-ориентированной технологии программирования;

создан и внедрен программный комплекс инструментальных средств разработки для языка IndustrialC.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием современного программного обеспечения, показана их воспроизводимость;

предложенная математическая модель получена с использованием известных методов моделирования программного обеспечения управляющих систем и согласуется с опубликованными данными других авторов по теме диссертации и смежным областям;

разработанные язык программирования, численный метод и комплекс программ успешно внедрены и эффективно применяются для создания процесс-ориентированного программного обеспечения встраиваемых систем;

Личный вклад соискателя состоит в:

Все представленные результаты получены автором лично, либо при непосредственном участии:

- самостоятельно разработал математическую модель процесс-ориентированного программного обеспечения микроконтроллеров; специализированный язык программирования IndustrialC; метод вычисления реакций встраиваемой системы на внешние события, архитектуру комплекса инструментальных средств среды разработки языка IndustrialC;
- самостоятельно реализовал программное обеспечение комплекса среды разработки
- принимал непосредственное участие в создании и отладке программного обеспечения автономного метеосервера на платформе Arduino и системы автоматизации установки вакуумного напыления;
- самостоятельно разработал программное обеспечение адаптера блока управления крановых весов и станции пробоподготовки SorbiPrep. обработке, анализе и интерпретации полученных экспериментальных данных;
- самостоятельно представлял результаты работы на конференциях;
- принимал непосредственное участие при апробации работы на конференциях и подготовке публикаций по выполненной работе.

На заседании 20 мая 2021 года диссертационный совет принял решение присудить

Розову Андрею Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 26 человек, из них 7 докторов технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании (очно 21, дистанционно 5), из 30 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 26, против 0 недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета
академик РАН

Шалагин Анатолий Михайлович

Ученый секретарь диссертационного совета
д. ф.-м. н.



Ильичев Леонид Вениаминович

« 21 » мая 2021 г.