

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.087.01**  
**на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки**  
**Институт системного программирования Российской академии наук**  
**Федерального агентства научных организаций РФ**  
**по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 16 июня 2016 года № 2016/11

О присуждении Бородину Алексею Евгеньевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

**Диссертация** «Межпроцедурный контекстно-чувствительный статический анализ для поиска ошибок в исходном коде программ на языках Си и Си++» по специальности 05.13.11 – «математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» принята к защите 14 апреля 2016 года, протокол № 2016/10 диссертационным советом Д 002.087.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт системного программирования Российской академии наук (ведомственная принадлежность – Федеральное агентство научных организаций, адрес: 109004, г. Москва, ул. А. Солженицына, дом 25), создан Приказом Минобрнауки России о советах по защите докторских и кандидатских диссертаций от 2 ноября 2012 г. № 714/нк.

**Соискатель** Бородин Алексей Евгеньевич, 1984 года рождения, работает научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт системного программирования Российской академии наук.

В 2006 году соискатель окончил Липецкий государственный технический университет.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт системного программирования Российской академии наук.

**Научный руководитель** – кандидат физико-математических наук Белеванцев Андрей Андреевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт системного программирования Российской академии наук, отдел “Компиляторных технологий”, ведущий научный сотрудник.

## **Официальные оппоненты:**

1. Терехов Андрей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой системного программирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет»,
2. Михалкович Станислав Станиславович, кандидат физико-математических наук, доцент Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И.Воровича Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Вычислительный центр имени А.А. Дородницына Российской академии наук Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва в своем положительном заключении, подписанном Серебряковым Владимиром Алексеевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим Отделом систем математического обеспечения ВЦ РАН указала, что диссертационная работа содержит новые научные результаты, имеющие существенное значение для науки и практики.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в сфере исследований, соответствующей теме диссертации, и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

**Соискатель имеет** 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, из них 6 опубликованных работ в рецензируемых научных изданиях, в том числе 5 работ опубликованы в изданиях, входящих в список ВАК.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ivannikov V. P., Belevantsev A. A., Borodin A. E. et al. Static analyzer Svace for finding defects in a source program code // Programming and Computer Software. 2014. Vol. 40, no. 5. P. 265–275.

Личный вклад автора состоит в описании подсистемы анализа исходного кода на языках Си и Си++.

2. Бородин А. Е. Статический поиск ошибок повторной блокировки семафора // Труды ИСП РАН. 2014. Т. 26, № 3. С. 103–112.

3. Аветисян А. И., Бородин А. Е. Механизмы расширения системы статического анализа Svace детекторами новых видов уязвимостей и критических ошибок // Труды ИСП РАН. 2011. Т. 21. С. 39–54.

Личный вклад автора состоит в описании возможностей расширения анализа на примере разработанных детекторов.

4. Аветисян А. И., Белеванцев А. А., Бородин А. Е., Несов В. С. Использование статического анализа для поиска уязвимостей и критических ошибок в исходном коде программ // Труды ИСП РАН. 2011. Т. 21. С. 23–38.

Личный вклад автора состоит в описании ядра анализатора, межпроцедурного анализа и взаимодействия ядра и детекторов.

5. Бородин А. Е., Белеванцев А. А. Статический анализатор Svace как коллекция анализаторов разных уровней сложности // Труды ИСП РАН. 2015. Т. 27, № 6. С. 111–134.

Личный вклад автора состоит в описании ядра анализатора и детекторов разыменования нулевых указателей.

6. Borodin A. Summary Based Static Analysis for Practical Search for Defects in C Programs and Libraries // Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW), 2014 IEEE Seventh International Conference on / IEEE. Cleveland: 2014. P. 231–232.

**Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:**

- разработана формализация абстрактного состояния программы для выражения множества конкретных состояний программы;
- разработан алгоритм внутрипроцедурного анализа функции, позволяющий вычислять основные для анализатора свойства указателей и значений функции, используемые всеми детекторами конкретных ошибок в программах. Доказано, что внутрипроцедурный алгоритм создаёт абстрактные состояния, которые корректно описывают все возможные конкретные состояния программы, тем самым доказана корректность внутрипроцедурного алгоритма;

- разработан масштабируемый алгоритм межпроцедурного анализа, основанный на использовании резюме функции. Алгоритм использует результат внутрипроцедурного анализа и включает в себя алгоритмы создания резюме и последующего применения резюме в контексте вызова функции;
- разработанные алгоритмы анализа и детекторы критических ошибок реализованы в статическом анализаторе Svace, разрабатываемом в ИСП РАН. Экспериментально показана точность и масштабируемость реализации предложенных алгоритмов.

**Теоретическая значимость исследования** состоит в том, что:

- разработана формализация абстрактного состояния программы для описания отношений указывания и равенства переменных и ячеек памяти в конкретных состояниях программы;
- доказаны теоремы о корректности внутрипроцедурного анализа;
- для предложенного абстрактного состояния программы использованы методы статического анализа, позволяющие провести анализ больших программ за заданное время с высоким уровнем истинных предупреждений об ошибках;
- доказана теорема о возможности упрощения формул логики высказываний, позволяющая использовать приближённые формулы для поиска ошибок с чувствительностью к путям;
- предложен критерий выдачи предупреждений об ошибках внутри функции, позволяющий выполнение анализа неполных программ.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** состоит в том, что:

- созданный инструмент анализа, реализующий предложенные алгоритмы, внедрен в компании Самсунг в составе системы статического анализа Svace, разрабатываемой в Институте системного программирования РАН;
- представлены рекомендации по написанию детекторов для поиска ошибок в исходном коде.

**Достоверность результатов исследования** подтверждается тем, что:

- экспериментальные данные получены на 37 проектах с открытым исходным кодом, общим размером более 40 миллионов строк кода, включающих в себя 5 проектов с размером кода более 5 миллионов строк кода каждый (Android 4.4, Android 5.0.2, Android 6.0.0, Tizen 2.3, Linux 3.17);
- установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;

**Личный вклад** соискателя состоит в создании новых и модификации существующих алгоритмов для внутри- и межпроцедурного статического анализа программ. Соискателем разработаны программные компоненты, реализующие разработанные алгоритмы. Обработка и интерпретация экспериментальных данных проведены лично автором.

**На заседании** 16 июня 2016 диссертационный совет принял решение присудить Бородину Алексею Евгеньевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

**При проведении тайного голосования** диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета,  
академик РАН

Иванников В. П.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат физико-математических наук

Зеленов С. В.

16 июня 2016 года