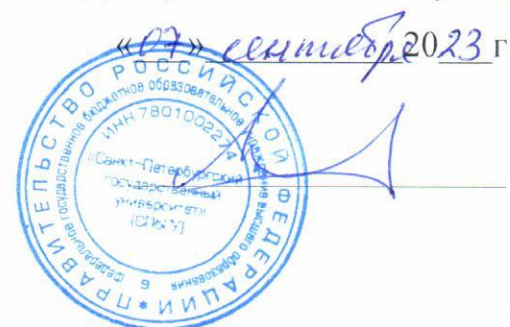


УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана

математико-механического факультета

Дмитрий Вадимович Луцив



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения высшего
Образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Диссертация «Автоматический вывод индуктивных инвариантов программ с алгебраическими типами данных» выполнена Юрием Олеговичем Костюковым в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

По итогам обсуждения было принято следующее заключение (выписка из протокола заседания кафедры системного программирования СПбГУ от 05.09.2023 № 44/8/17-02-1)

В настоящее время тема верификации программного обеспечения стала очень актуальна в виду выдающихся новых результатов – эффективных SAT-решателей, методов проверки на моделях, новых методов символического исполнения. Имеются впечатляющие промышленные результаты, вдохновляющие академическое сообщество на новые исследования. Отдельной частной задачей в рамках верификации является формализация и обработка структур данных.

Работа Ю. О. Костюкова посвящена автоматической верификации программ с алгебраическими типами данных на основе индуктивных инвариантов. Поскольку алгебраические типы имеют рекурсивную структуру, то ключевым ограничением существующих подходов является трудности при построении индуктивных инвариантов, явно выражающие рекурсивный обход алгебраического терма. Это, в свою очередь, приводит к тому, что существующие инструменты не завершаются на большинстве программ с алгебраическими типами. Поэтому актуальной является построение таких классов индуктивных инвариантов, которые способны явно задать рекурсивный обход терма, а также эффективный вывод инвариантов в таких классах.

Научные результаты автора, полученные им лично.

1. Предложен новый метод автоматического вывода индуктивных инвариантов, основанных на автоматах над деревьями, который позволяет выражать рекурсивные отношения в большем количестве реальных программ; метод базируется на поиске конечных моделей.
2. Предложен новый метод автоматического вывода индуктивных инвариантов, основанный на трансформации программы и поиске конечных моделей, в сложном для автоматического вывода инвариантов классе, основанном на синхронных автоматах над деревьями; этот класс инвариантов позволяет выражать рекурсивные отношения и обобщает классические символьные инварианты.
3. Предложен новый класс индуктивных инвариантов, основанный на булевой комбинации классических инвариантов и автоматов над деревьями, который, с одной стороны, позволяет выражать рекурсивные отношения в реальных программах, с другой стороны – эффективно выводить индуктивные инварианты.
4. Выполнена пилотная программная реализация предложенных методов на языке F# (создан инструмент RInGen); разработанный

инструмент сопоставлен с существующими методами на общепринятом тестовом наборе задач верификации функциональных программ «Tons 10 of Inductive Problems»; реализация наилучшего из предложенных методов смогла за отведённое время решить в 3.74 раза больше задач, чем наилучший из существующих инструментов.

Следует отметить выступления диссертанта на ведущих мировых конференциях по языкам программирования и верификации – PLDI и LPAR, – а также наличие публикаций в российских журналах из перечня ВАК. Работа, несомненно, обладает значительной научной новизной и теоретической значимостью. В то же время она является практической, что доказывается наличием программной реализации предложенных методов и победами в международных соревнованиях по генерации тестов для программ.

Кроме того, работа хорошо структурирована, написана грамотным, классическим научным языком в традициях Санкт-петербургской школы математической логики.

Следует также отметить, что соискатель много лет участвует в проектах кафедры системного программирования СПбГУ, посвященных верификации программ (его бакалаврский и магистерский дипломы были посвящены именно этой тематике). Фактически, он является сформировавшимся специалистом-исследователем в этой области, специалистом высокого мирового уровня, что очень важно для развития данной тематики в Российской Федерации.

Таким образом, следует заключить, что диссертация Ю.О. Костюкова на тему «Автоматический вывод индуктивных инвариантов программ с алгебраическими типами данных» соответствует требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 №6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а сам соискатель, Юрий Олегович Костюков, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.5.

«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,
комплексов и компьютерных сетей».

Заведующий кафедрой
системного программирования,
профессор



А.Н.Терехов