

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мордвинова Дмитрия Александровича на тему:  
«Автоматический вывод реляционных инвариантов для нелинейных систем  
дизъюнктов Хорна с ограничениями» на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 –  
«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,  
комплексов и компьютерных сетей»

Логика Хоара является одним из основополагающих формализмов доказательства корректности программ и традиционно используется для интерактивной верификации программ, когда человек, используя формальную логическую систему Хоара, специфицирует правила для доказательства правильности программы, а верификатор проверяет корректность соответствующей части программы относительно заданных спецификаций. Тем не менее, одна из любопытных находок последних лет заключается в том, что можно искать доказательства в логике Хоара автоматически в виде решения систем дизъюнктов Хорна с ограничениями.

То же самое верно и для реляционной логики Хоара — расширению логики Хоара, в рамках которой спецификация корректности описывает логические соотношения между входами и выходами нескольких программ. Существенная разница, однако, заключается в том, что система дизъюнктов Хорна в таком случае принимает более сложный вид и является нелинейной. В последнее время наблюдается всплеск интереса к реляционной логике Хоара, связанный с появлением нескольких работ, показывающих её практическую значимость в контексте решения задач компьютерной безопасности. Как следствие, становится необходимым дальнейшее развитие и совершенствование методов решения нелинейных систем дизъюнктов Хорна. Диссертация Мордвинова Д.А. посвящена решению фундаментальных проблем нелинейных систем дизъюнктов Хорна и поэтому является весьма актуальной.

Судя по представленному автореферату, автором диссертации были разработаны интересные и новые подходы в указанной области научных исследований. Существенную часть работы занимают теоретические построения вокруг систем дизъюнктов Хорна. Теоретические результаты включают в себя метод синтаксического преобразования дизъюнктов, называемый синхронизацией, понятие реляционных сертификатов выполнимости, которое является важным для алгоритмической проверки выполнимости систем дизъюнктов, и непосредственно сам алгоритм вывода реляционных сертификатов. Все теоретические результаты, полученные в диссертации, обладают научной новизной. Разработанный корпус теории

применяется на практике в виде реализации двух новых подсистем в SMT-решателе Z3. Результаты работы апробированы и внедрены в основную ветку Z3, поэтому они представляют не только теоретический, но и прикладной интерес.

Серьезных недостатков в автореферате выявлено не было. Тем не менее, остался нераскрытым вопрос о сложности предложенных алгоритмов, хотя, судя по автореферату, в тексте самого диссертационного исследования этим вопросам уделено достойное внимание. Имеются незначительные опечатки и описки, например, на стр. 4 автореферата в первом предложении последнего абзаца имеются 2 подряд идущих глагола «заключается состоит», которые взаимно заменяют друг друга по смыслу (надо оставить один из них).

В целом диссертация Мордвинова Д.А. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук и паспорту специальности 05.13.11, содержит новые научные результаты и развивает теорию и практику формальных методов верификации программ.

Учитывая все вышеизложенное, можно сделать вывод, что Мордвинов Д.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Профессор  
каф. математического обеспечения  
вычислительных систем,  
ФГАОУ ВО  
«Пермский государственный  
национальный исследовательский университет»,  
к.ф.-м.н. по специальности 05.13.11  
«Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов  
и компьютерных сетей»  
04.03.2021

/С.И. Чуприна/

Чуприна Светлана Игоревна,  
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15,  
Пермский государственный  
национальный исследовательский университет,  
тел. 8 (342) 2396772,  
e-mail: chuprinas@inbox.ru

