

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.120.01,
созданного на базе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института системного программирования им. В.П. Иванникова
Российской академии наук
Министерства науки и высшего образования РФ
по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 8 декабря 2022 года № 2022/12

О присуждении Бучацкому Рубену Артуровичу гражданину РФ, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод динамической компиляции SQL-запросов для реляционных СУБД» по специальности 2.3.5 – «математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» принята к защите 07 октября 2022 года, протокол № 2022/04 диссертационным советом 24.1.120.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук (ведомственная принадлежность: Министерство науки и высшего образования РФ; 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 Бучацкий Рубен Артурович, 1989 года рождения.

В 2012 году соискатель окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)». В 2015 году соискатель окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук.

Работает научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук (ведомственная принадлежность: Министерство науки и высшего образования РФ).

Диссертация выполнена в отделе компиляторных технологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук (ведомственная принадлежность: Министерство науки и высшего образования РФ).

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, академик РАН, Аветисян Арутюн Ишханович, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Волконский Владимир Юрьевич, кандидат технических наук, начальник отделения «Системы программирования» ПАО «Институт электронных управляющих машин им. И.С. Брука»,
2. Соколинский Леонид Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, проректор по информатизации ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН), г. Москва в своём положительном заключении, подписанном доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником лаборатории №49 «Проектирования автоматизированных систем управления многоцелевыми объектами» ИПУ РАН Г.Н. Каляновым, указала, что диссертационная работа является

законченным научным исследованием, написанном на хорошем уровне, и полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ 3 из которых опубликованы в изданиях, входящих в международные системы цитирования Web of Science и Scopus.

Публикации посвящены разработке метода динамической компиляции SQL-запросов для ускорения выполнения запросов, а также её реализации в СУБД с открытым исходным кодом PostgreSQL с использованием компиляторной системы LLVM. Вклад соискателя в совместных публикациях заключается в разработке метода динамической компиляции запросов, её реализации, проведении экспериментов и обработке их результатов.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Р. А. Бучацкий [и др.]. Динамическая компиляция SQL-запросов для СУБД PostgreSQL // Труды Института системного программирования РАН. — 2016. — Т. 28, № 6. — С. 37—48. — (ВАК).
2. Е. Ю. Шарыгин, Р. А. Бучацкий. Обзор методов динамической компиляции запросов // Труды Института системного программирования РАН. — 2017. — Т. 29, № 3. — С. 179—224. — (ВАК).
3. E. Sharygin, R. Buchatskiy, [et al.]. Query compilation in PostgreSQL by specialization of the DBMS source code // Programming and Computer Software. — 2017. — Vol. 43. — P. 353—365. — (Scopus), (WoS).
4. E. Sharygin, R. Buchatskiy, [et al.]. Runtime Specialization of PostgreSQL Query Executor [Текст] // Perspectives of System Informatics / ed. By A. K. Petrenko, A. Voronkov. — Cham : Springer International Publishing, 2018. — P. 375—386. — (Scopus).

5. M. Pantilimonov, R. Buchatskiy, [et al.]. Machine Code Caching in PostgreSQL Query JIT-Compiler // 2019 Ivannikov Memorial Workshop (IVMEM). — 2019. — P. 18—25. — (Scopus)

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.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан метод динамической компиляции SQL-запросов с трансформацией операторов плана запроса из модели итераторов в модель явных циклов, который может быть применим к современным СУБД для реализации динамического компилятора с целью оптимизации выполнения запросов;
- разработан метод динамической компиляции выражений с возможностью открытой вставки предкомпилированных встроенных функций СУБД для ускорения выполнения выражений, используемых в запросах;
- разработано и реализовано программное расширение к СУБД предложенных методов, позволяющее получить ускорение в несколько раз на запросах из промышленных тестовых наборов.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что исследована задача применения метода динамической компиляции к исполнителю запросов СУБД; в результате её решения было показано, что динамическая компиляция запросов не применима (или ограничено применима) к СУБД с традиционной моделью выполнения запросов; в результате разработан метод генерации машинного кода с трансформацией операторов плана запроса из Volcano-модели в модель явных циклов, более подходящую для генерации кода под конкретный запрос.

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

- разработанный метод динамической компиляции может быть применён к СУБД с итераторной моделью выполнения для реализации динамического компилятора запросов;
- на основе разработанных методов реализован динамический компилятор запросов в виде программного расширения для открытой объектно-реляционной СУБД PostgreSQL с использованием компиляторной инфраструктуры LLVM, который внедрён в используемой в составе операционной системы Astra Linux, разрабатываемый компанией «РусБИТех-Астра» СУБД PostgreSQL.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- разработанные методы, реализованные в качестве программного расширения, показывают свою применимость в контексте СУБД;
- экспериментально показана эффективность реализованного динамического компилятора на разных платформах при выполнении запросов из промышленных тестовых наборов.

Личный вклад соискателя состоит в разработке метода динамической компиляции запросов и выражений; в разработке эвристик стратегии выполнения запроса и метода кэширования скомпилированного кода запроса; в реализации динамического компилятора запросов в виде программного расширения к СУБД PostgreSQL; в проверке эффективности реализованного динамического компилятора запросов; в обработке и в интерпретации результатов; в подготовке публикаций по результатам выполненной работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания:

1. В работе не рассматриваются альтернативные способы генерации кода в промежуточном представлении помимо используемой инфраструктуры LLVM.
2. В работе отсутствует анализ распределения времени работы динамического компилятора по различным этапам: генерация кода,

оптимизация и компиляция. Такой анализ является важным с точки зрения ускорения работы динамического компилятора.

3. В диссертации отсутствует определение эквивалентности планов запросов при описании подхода по кэшированию скомпилированного кода запроса.

Соискатель Бучацкий Рубен Артурович согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 8 декабря 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Бучацкому Р.А. учёную степень кандидата технических наук за решение научной задачи, имеющей значение для развития динамической компиляции в применении к системам управления базами данных.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,
доктор физико-математических наук

Петренко А. К.

Учёный секретарь диссертационного совета,
кандидат физико-математических наук

Зеленов С. В.

08 декабря 2022 г.