

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Кузнецова Сергея Дмитриевича на диссертационную работу ЗЫКИНА Владимира Сергеевича «Методы и алгоритмы поддержки целостности реляционных баз данных в приложениях классов OLAP и OLTP», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики.

**Актуальность диссертационного исследования.** В современных технологиях реляционных баз данных целостность данных является одним из основополагающих понятий. Особое значение для поддержания согласованности уделяется ссылочной целостности. Зависимости включения наряду с функциональными зависимостями являются наиболее значимыми и широко исследуемыми ограничениями целостности. В научных работах эти два вида зависимостей в данных рассматриваются совместно на этапе проектирования базы данных. Однако задача совместного поиска функциональных зависимостей и зависимостей включения характеризуется экспоненциальной сложностью. В соответствии с этим остается актуальной задача разработки новых алгоритмов обработки зависимостей в данных. Современные приложения классов OLAP и OLTP предоставляют пользователю возможность работать с базой данных посредством представлений. Следовательно, актуальной является задача контроля целостности данных при работе с представлениями. Большое внимание научного сообщества уделено задаче корректного обновления представлений, однако общего подходов и алгоритмов решения данной проблемы до сих пор не представлено. Актуальной является задача создания универсального алгоритма, позволяющего корректно производить операции обновления над представлениями.

**Цель, задачи и основные результаты диссертации.** Цель исследования В.С. Зыкина состояла в исследовании и разработке эффективных методов и алгоритмов поддержки целостности данных на внешнем и концептуальном

уровнях архитектуры реляционных баз данных для приложений классов OLAP и OLTP. В рамках исследования для достижения этой цели соискателем были решены следующие задачи:

1. Разработана система аксиом типизированных зависимостей включения, которая обеспечивает ссылочную целостность при наличии неопределенных значений.
2. Разработан алгоритм построения неизбыточного множества типизированных зависимостей включения, доказана его корректность и получена оценка вычислительной сложности.
3. Разработан общий подход к обновлению представлений, обеспечивающий целостность данных при обновлении записи в представлении, которой соответствуют несколько кортежей в хранимых отношениях базы данных.
4. Разработан сопроцессор реляционной СУБД, реализующий предложенные теоретические результаты.
5. Проведены вычислительные эксперименты, подтверждающие эффективность предложенных подходов.

Текст диссертации аккуратно оформлен в соответствии с требованиями Минобрнауки РФ, в изложении используется строгий язык и стиль научных публикаций. Текст автореферата достаточно полно отражает содержание диссертации.

**Обоснованность и достоверность полученных результатов.** Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается доказательствами, описанными в строгой математической форме. Теоретические построения подтверждаются результатами вычислительных экспериментов, выполненных соискателем в строгом соответствии с общепринятыми стандартами.

**Научная новизна работы.** В качестве научной новизны диссертационного исследования можно выделить следующее:

1. Разработана новая полная и непротиворечивая система аксиом для типизированных зависимостей включения, допускающих наличие неопределенных значений. По сравнению с ранее известной аксиоматикой зависимостей включения рассматриваемые в данной работе типизированные

зависимости включения устанавливаются только по совпадающему множеству атрибутов, что обеспечивает независимость данных от структуры базы данных.

2. Разработан оригинальный алгоритм построения типизированных ациклических зависимостей включения.
3. Разработан оригинальный подход к обновлению многотабличных представлений на основе коммутативных преобразований данных, который в отличие от аналогов позволяет обновлять запись в представлении, которой соответствуют несколько кортежей в базовом отношении.

**Теоретическая и практическая ценность работы.** Теоретическая значимость исследования В.С. Зыкина состоит в следующем. Предложено новое понятие типизированных зависимостей включения, для которых сформулирована система аксиом и доказана ее полнота и непротиворечивость. Доказана теорема о корректности алгоритма формирования неизбыточного множества типизированных зависимостей включения и получена оценка его вычислительной сложности. Предложен общий подход к обновлению многотабличных представлений и доказаны теоремы о корректности соответствующих операций обновления. Практическая значимость диссертации В.С. Зыкина состоит в том, что на основе предложенных методов и подходов им предложена архитектура сопроцессора реляционной СУБД, обеспечивающего корректное обновление многотабличных представлений, и реализован соответствующий сопроцессор СУБД PostgreSQL.

**Публикации и апробации.** Основные результаты по теме диссертации в полном объеме изложены в 12 публикациях, в том числе 5 статей в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК, и 3 публикации в изданиях зарегистрированных в Scopus и Web of Science. По результатам исследования соискателем сделано 5 докладов на международных и всероссийских научных конференциях.

**Замечания по диссертации.** По диссертации имеются следующие замечания, которые, однако, не снижают ее общей значимости и высокого научного уровня.

1. Основное замечание состоит в том, что в начале работы стоило бы явно указать, что далее понимается под реляционной моделью данных. По контексту кажется, что в действительности имеется в виду не модель Кодда и не модель Дейта и Дарвена, а скорее всего модель SQL. Но этому противоречит, например, утверждение на стр. 17: «В каждом отношении должен быть задан первичный ключ...», поскольку в таблицах SQL первичный ключ может отсутствовать. Кроме того, в SQL множества атрибутов, специфицированные как PRIMARY KEY и как UNIQUE, определяют разные свойства уникальности, поскольку значения первичного ключа не могут включать NULL, а значения возможного ключа (потенциального в рецензируемой работе) могут включать неопределенные значения. Следовало бы соблюдать в работе строгость с самого начала.

К более мелким замечаниям относятся имеющиеся стилистические поправки.

2. На стр. 6. автор неправильно склоняет русскоязычные варианты фамилий известных специалистов: для Casanova M. по-русски творительный падеж должен быть Казановой, не Казановым, а для Fagin R. – Фейджином, не Фейджиным.
3. На стр. 17 автор пишет «будет откатана СУБД», а должно быть «откачена», от откатывать, откатить, а не от откатать.

### **Заключение**

Диссертационная работа Зыкина Владимира Сергеевича «Методы и алгоритмы поддержки целостности реляционных баз данных в приложениях классов OLAP и OLTP» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой разработаны новые методы и алгоритмы обеспечения целостности данных, имеющие важное значение для современных технологий баз данных. Работа в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней»

(утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. № 335 «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней»), а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики.

**Официальный оппонент:**

Сергей Дмитриевич Кузнецов  
«03» марта 2020 г.

Доктор техн. наук, профессор,  
главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт системного программирования имени В.П. Иванникова РАН», г. Москва  
Адрес организации: 109004, Москва, ул. Александра Солженицына, дом 25  
Телефон: +7 (495) 912-15-24  
Email: kuzloc@ispras.ru

Подпись С.Д. Кузнецова удостоверяю:

Ученый секретарь ИСП РАН,  
Кандидат физико-математических наук,



/Самоваров О.И./

## СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

диссертации Зыкина В.С. «Методы и алгоритмы поддержки целостности реляционных баз данных в приложениях классов OLAP и OLTP», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики.

<b>Фамилия, имя, отчество</b>	Кузнецов Сергей Дмитриевич
<b>Ученая степень (с указанием номера и шифра специальности)</b>	Доктор технических наук, 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей
<b>Ученое звание</b>	Профессор
<b>Организация основного места работы</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт системного программирования имени В.П. Иванникова РАН»
<b>Занимаемая должность</b>	Главный научный сотрудник
<b>Почтовый адрес</b>	109004, Москва, ул. Александра Солженицына, дом 25
<b>Телефон</b>	+7 (495) 912-15-24
<b>Адрес электронной почты</b>	kuzloc@ispras.ru

### Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях

1. *Кузнецов С.Д.* Новые устройства хранения данных и их влияние на технологию баз данных // Программная инженерия. – 2018. – Т. 9, № 4. – С. 147–155.
2. *Кузнецов С.Д.* Управление данными: 25 лет прогнозов // Труды Института системного программирования РАН. – 2017. –Т. 29, № 2. – С. 117–160.
3. *Борисенко О.Д., Лагута А.В., Турдаков Д.Ю., Кузнецов С.Д.* Разработка масштабируемой программной инфраструктуры для хранения и обработки данных в задачах вычислительной биологии // Труды Института системного программирования РАН. – 2014. – Т. 26, № 4. – С. 45–54.
4. *Кузнецов С.Д., Посконин А.В.* Системы управления данными категории NoSQL // Программирование. – 2014. – Т. 40, №6. – С. 34–47.
5. *Кузнецов С.Д.* Объектные модели ODMG и SQL десять лет спустя: нет противоречий: 25 лет прогнозов // Труды Института системного программирования РАН. – 2015. –Т. 27, № 1. – С. 173–192.

