

Отзыв

официального оппонента **Кущенко Лилии Евгеньевны**, доктора технических наук, доцента кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта», ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова), на диссертацию **Пилипец Олега Олеговича** на тему «Применение онтологии при разработке интеллектуальной транспортной системы», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы

Актуальность темы диссертации

В диссертационной работе указано, что развитие интеллектуальных транспортных систем (ИТС) стало катализатором существенного роста темпов разработки и использования платформ, сервисов и приложений, которые охватывают широкий спектр различных групп пользователей. В связи с этим возникает ряд особенностей в процессе развития ИТС в России, которые требуют глубокого анализа и критического осмысления.

Автор отмечает, что в развитии ИТС в Российской Федерации присутствует противоречие между требованиями типизации ИТС и конкретными решениями для каждого локального проекта. В условиях урбанизации, возрастания требований к обеспечению мобильности, реализации управляющих воздействий в реальном режиме времени, необходимость внедрения инновационных решений, направленных на систематизацию, упорядочивание потоков данных и процессов, связанных с ее функционированием, становится неоспоримой. Вместе с тем, одним из эффективных инструментов в решении данных проблем является применение методов онтологии информационных систем. Данный подход позволит не только повысить эффективность транспортных процессов, но и упростить механизм разработки и внедрения ИТС.

В рамках данной диссертационной работы проведен всесторонний анализ возможностей интеграции методов, подходов и инструментов онтологии информационных систем в процессы разработки, функционирования ИТС в России. Вместе с тем, рассмотрены возможности для внедрения комплексного подхода к интеграции различных компонентов ИТС, влияющих на общую динамику развития этой области интеллектуальных транспортных систем в мире.

В условиях глобальных вызовов и поиска новых решений в развитии транспортной системы России, критический подход к онтологическому анализу разработки и функционирования ИТС является особенно актуальным. В этой связи, диссертационное исследование Олега Олеговича Пилипец, ориентированное на интеграцию подходов, связанных с онтологическим моделированием, а также семантическим программированием позволит совершенствовать методы создания ИТС.

Диссертационное исследование посвящено развитию подходов к разработке архитектуры ИТС с учётом интеграции онтологического моделирования и отдельных инструментов семантического программирования в Российской Федерации. Работа нацелена на решение как теоретических, так и прикладных задач, связанных с согласованием логических и физических архитектур ИТС, моделированием отдельных транспортных процессов в рамках онтологии, а также созданием научного поля онтологического моделирования в ИТС и внедрением отдельных инструментов семантического программирования. Учёт современных реалий делает работу актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автором проведён системный анализ международного опыта (США, ЕС, Япония) и исследованы возможности адаптации онтологического подхода к

развитию ИТС. В работе прослеживается логическая связь между теоретическим обоснованием, выбором методов, построением алгоритмов и практической частью исследования. Использование системного и сравнительного анализа, методов моделирования и обработки статистических данных позволило обосновать положения диссертации и предложить терминологическое поле, а также ряд моделей и систему оценки эффективности на основе онтологического подхода к разработке ИТС.

Кроме того, в диссертационной работе Пилипец Олега Олеговича проведен всесторонний анализ предметной области ИТС в части структуризации и систематизации методик и подходов к созданию и разработке. Сформирована область онтологического моделирования в ИТС, сформулированы основные термины, даны определения, а также обозначены начальные границы применения онтологического моделирования и семантического программирования при создании ИТС.

Выводы, сделанные в диссертации, соответствуют поставленным задачам и логично увязаны с целями исследования.

Достоверность и новизна научных положений и выводов диссертации

Научные результаты обсуждались на международных конференциях. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 9 научных работах, в том числе три в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, одна, входящая в международную реферативную базу Scopus и Web of Science.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. Интегрированы методы и инструменты онтологического моделирования в процесс разработки Интеллектуальной транспортной

системы для применения наиболее эффективных научно-методических решений по отношению к приоритетным направлениям разработки.

2. Сформированы основные научные методические принципы, заключающиеся в последовательности применения отдельных инструментов онтологического моделирования, а также семантических сетей для повышения эффективности разработки архитектуры интеллектуальной транспортной системы, расширена сфера охвата области знания, на стыке ИТС и технологий семантического программирования.

3. Предложены алгоритмы для формирования и пополнения Базы знаний ИТС (идентификация и анализ, проверка на дубликаты, установка связей (слов), валидация, сохранение), включающие в себя понятийный аппарат ИТС.

4. Разработана логико-математическая модель, упрощающая интеграцию различных компонентов ИТС, обеспечивающая применение единого подхода к проектированию и разработке ИТС, который заключается в комплексе логических правил, а также произведена экспериментальная оценка практической эффективности модели.

5. Разработана методика кластерной оценки архитектуры ИТС на основе методов и отдельных показателей онтологического моделирования интеллектуальной транспортной системы.

Практическая значимость результатов диссертации

Практическая значимость работы заключается в формировании подходов и методики разработки архитектуры и других составляющих интеллектуальной транспортной системы. Результаты, полученные в рамках проведения исследования носят прикладной характер и могут быть использованы для решения практических задач в части разработки ИТС.

Оценка содержания диссертации, её завершенности и качества оформления

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, содержит 164 страницы текста, 5 таблиц, 28 рисунков, литературный список включает 116 наименований.

Оформление и структура диссертации, а также автореферата соответствуют ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Во введении содержится общая характеристика работы, обоснована актуальность темы диссертации, показана степень ее разработанности, определены предмет и объект исследования, сформулирована цель исследования и перечислены задачи исследования, научная новизна работы, определены положения, выносимые на защиту, описана практическая значимость работы, приведены используемые методы исследования, обоснована степень достоверности.

В первой главе выполнен анализ основных направлений исследований в части развития архитектуры ИТС. Выстроена историческая хронология возникновения ИТС, а также эволюция методов и подходов развития ИТС в различных странах. Особое внимание уделено особенностям методического и программного обеспечения разработки архитектуры ИТС как инструмента планирования и сопровождения на протяжении всего жизненного цикла ИТС.

Кроме того, автором определены основные направления развития ИТС, в мировом контексте, а также внутрироссийском. Представлены основные направления в стандартизации и регулировании данной сферы, а также проведен анализ основных стандартов.

Во второй главе автор рассматривает основные методы и подходы к онтологическому моделированию, в том числе, для создания базы знаний с целью применения их в разработке архитектуры ИТС. Вместе с тем, при

применении онтологического моделирования в рамках разработки ИТС в диссертации сформулированы следующие междисциплинарные термины.

Кроме того, определены основные особенности работы с онтологией. Таким образом, онтология должна быть сформирована так, чтобы в процессе работы машина логического вывода у модели возникало минимальное количество предположений о мире, что обеспечит ее гибкость и охват. Разработана семантическая модель авторской ИТС, создан алгоритм разработки онтологической модели ИТС и сформировано выражение (формула) для онтологической модели ИТС.

В третьей главе рассмотрены вопросы применения инструментов онтологии информационных систем в части разработки авторской архитектуры ИТС.

В частности, предлагаемый подход к разработке архитектуры данных онтологической модели состоит в структуре: первый уровень - онтология, включающая полное описание авторской архитектуры ИТС (полный набор необходимых подсистем, описание функциональной части и физической части системы, включая полный набор взаимосвязей). На втором уровне находится логическая машина, которая выполняет функцию контроля ввода и вывод новых знаний, используя различные правила и аксиомы существующего описания онтологической модели. На третьем уровне происходит выполнение запросов к содержимому модели, посредством инструмента Apache Jena и с использованием языка SPARQL интеграционная платформа обращается к онтологии в зависимости от конкретных дорожно-транспортных ситуаций.

В четвёртой главе рассмотрены вопросы оценки эффективности внедрения в ИТС методов и инструментов создания онтологии информационных систем. Автором разработана кластерная методика оценки, на основе онтологической базы знаний, состоящая из 5 кластеров.

Сформированы следующие кластеры оценки: онтологическая полнота – направлена на расчет коэффициента покрытия сущностей, а также глубины связей. Оценка производится с точки зрения соотношения количества

описанных условных единиц ОМ ИТС и связей между ними к фактически имеющимся в системе, то есть полноте описания в онтологической модели. Семантическая согласованность, включает в себя расчет количества конфликтов типов, а также индекс логической целостности запроса и количество семантических конфликтов, что позволяет определить наличие семантических конфликтов, ошибок, логических ошибок в описанной онтологической модели. Архитектурная интеграция – расчет коэффициента интероперабельности и задержку синхронизации. С практической точки зрения позволяет понять, насколько эффективно выстроена цепочка обмена данными между составными частями системы исходя из времени передачи и количество неудачных попыток связи с внешними системами.

В Приложении представлены акты о практическом применении результатов работы.

Соответствие паспорту научной специальности

Диссертация Пилипец Олега Олеговича соответствует паспорту научной специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы, а именно, пункт 1: Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач управления транспортными системами, процессами и транспортными средствами; пункт 3: Формализованные методы обработки, анализа и передачи информации в интеллектуальных транспортных системах, применение информационных, телематических и биоинформационных технологий для управления транспортными системами, процессами и транспортными средствами.

Замечания по диссертации

1. В диссертационной работе введен новый подход к решению задач интеллектуальных транспортных систем на основе онтологического

моделирования и приведены реальные примеры применения этого подхода. Однако, ввиду существенной новизны этого подхода целесообразно было более подробно описать программный инструментарий онтологического моделирования.

2. Неясно, что понимается под термином «логическая машина», которая используется на втором уровне онтологической модели (Раздел 3.1., рисунок 10).

3. В третьей главе диссертации приведена авторская онтология моделей транспортного потока, применяемых в ИТС, включающая контекстную диаграмму связей между моделями. Возможно ли пополнение этой онтологии без нарушения общей платформы?

4. Из описания процедуры применения кластерной оценки не совсем понятно, как определяется число семантических противоречий (кластер 2, семантические конфликты).

5. Что такое «потребности пользователей ИТС» при определении коэффициента покрытия сущностей при кластерной оценке ИТС?

Представленные замечания не снижают ценности выполненного исследования Пилипец Олегом Олеговичем.

Общее заключение

Диссертация Пилипец Олега Олеговича является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые методы и рекомендации, направленные на совершенствование архитектуры ИТС, посредством применения онтологического моделирования и семантического программирования. Работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по п. 9 Постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (ред. 25.01.2024), а ее автор Пилипец Олег

