

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, генерального директора группы компаний «Навигатор» Семкина Александра Николаевича на диссертационную работу **Пилипец Олега Олеговича** на тему «Применение онтологии при разработке интеллектуальной транспортной системы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы

Актуальность темы диссертации

В рамках диссертационной работы Пилипец Олега Олеговича по теме «Применение онтологии при разработке интеллектуальной транспортной системы» проведен комплексный анализ предметной области интеллектуальных транспортных систем в части структуризации и систематизации методик и подходов посредством применения инструментов Онтологии. В условиях глобальных вызовов и стремительного технологического прогресса, критический подход к анализу разработки и функционирования ИТС становится особенно актуальным, что подчеркивает значимость и необходимость данного исследования.

Особое внимание со стороны соискателя уделено необходимости разработки комплексного подхода к интеграции различных компонентов ИТС, влияющих на общую динамику развития этой области. Данная проблема обладает высоким уровнем актуальности как для транспортной сферы, так и для отрасли интеллектуальных транспортных систем в Российской Федерации.

Таким образом, данная работа направлена на всесторонний анализ возможностей интеграции методов, подходов и инструментов онтологии информационных систем в процессы разработки, функционирования интеллектуальных транспортных систем в России. Интеграция вышеперечисленных подходов даст возможность, помимо выявления

существующих проблем, разработать и опробовать возможные способы решения.

В эпоху цифровизации ИТС становятся ключевым инструментом для оптимизации городского движения, повышения безопасности дорожного движения и сокращения экологического воздействия транспорта на окружающую среду. Автором исследуются комплекс онтологических методов построения архитектуры ИТС, создается новое терминологическое поле – онтологии информационных систем в интеллектуальных транспортных системах, а также рассматриваются механизмы интеграции инструментов семантического программирования в ИТС. Совершенствование существующих методов разработки ИТС в Российской Федерации, позволяющих сократить время задержки, увеличить среднюю скорость движения. Следовательно, тема диссертационной работы Пилипец Олега Олеговича представляется актуальной.

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

В ходе проведенного исследования Пилипец Олег Олегович использовал обширный объем теоретического материала, рассмотрев научные труды, как отечественных, так и зарубежных ученых. На базе изученного материала им осуществлено обоснование сформированных научных положений, отраженных во всех главах диссертации.

Научные положения, изложенные в диссертационной работе, полностью соответствуют указанным задачам научного исследования, грамотно связаны и выстроены между собой, что позволяет достигнуть поставленных целей исследования, направленных на совершенствование методов создания интеллектуальных транспортных систем посредством применения онтологического моделирования и принципов построения семантических сетей.

Задачи исследования:

Применение методов системного и сравнительного анализа,

статистических группировок, анализа первичной документации, статистической отчетности и других методов позволило автору получить новые методы, алгоритмы, направленные на совершенствование методов создания интеллектуальных транспортных систем посредством применения онтологического моделирования и принципов построения семантических сетей.

Полученные результаты позволили автору получить результаты, которые являются теоретической и практической основой решения задач, связанных с разработкой архитектуры интеллектуальной транспортной системы. Помимо этого, автором определены предметная область онтологии и семантических технологий в сфере интеллектуальных транспортных систем, разработан понятийный аппарат, определены логические выражения, характеризующие построение онтологической модели интеллектуальной транспортной системы и отдельных подсистем. Также, в исследовании структурирована база знаний интеллектуальных транспортных систем, включающая в себя полный понятийный аппарат ИТС, а также комплекс взаимосвязей между понятиями и уровнями соподчиненности между ними; разработана логико-математическая модель на основе иерархической структуры для интеграции различных компонентов ИТС и методики кластерной оценки архитектуры ИТС на основе методов и отдельных показателей онтологического моделирования интеллектуальной транспортной системы. Разработана методика кластерной оценки архитектуры ИТС на основе методов и отдельных показателей онтологического моделирования интеллектуальной транспортной системы.

Выводы, представленные в заключении диссертации, также взаимосвязаны с научными положениями и основными задачами исследования, имеют логическое продолжение при решении определенной задачи исследования.

Достоверность и новизна научных положений и выводов диссертации

Достаточный объем публикаций автора, выступавшего с докладами на международных и всероссийских конференциях, подтверждает обсуждение основных положений проведенного исследования широкой научной аудиторией.

Результаты исследований опубликованы автором в 9 научных трудах, в том числе 3 в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов ВАК и 2 изданий, рецензируемых в SCOPUS, кроме того, основные научные результаты диссертации опубликованы в прочих изданиях - опубликовано 5 работ.

Научная новизна работы заключается в следующем:

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

– 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 разработке подходов и методики разработки архитектуры и иных составляющих интеллектуальной транспортной системы. Результаты, полученные в рамках проведения исследования носят прикладной характер и могут быть использованы для решения практических задач в части разработки интеллектуальной транспортной системы.

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 и 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 обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, раскрыты научная новизна, практическая ценность и основные положения, выносимые на защиту.

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 развитию методических и программных подходов к разработке архитектуры ИТС как инструмента планирования и сопровождения на протяжении всего жизненного цикла ИТС.

Сформированы главные проблемы, включающие в себя вопросы обширности и количества подходов к созданию ИТС, в том числе, разработке архитектуры порождают противоречия между методическими требованиями при создании ИТС и практикой внедрения ИТС, которые усиливаются отсутствием единых метрик, позволяющих производить объективную оценку эффективности функционирования интеллектуальной транспортной системы.

Во второй главе основным этапом стало рассмотрение основных методы и подходов к онтологическому моделированию, в том числе, для разработки базы знаний с целью применения в разработке архитектуры ИТС. Вместе с тем, при применении онтологического моделирования в рамках разработки интеллектуальной транспортной системы в диссертации сформулирован комплексный ряд междисциплинарных терминов.

В третьей главе рассмотрены вопросы применения инструментов онтологии информационных систем в части разработки авторской архитектуры интеллектуальной транспортной системы. Предлагаемый подход к разработке архитектуры данных онтологической модели состоит в трехуровневой структуре, которая включает в себя полное описание авторской архитектуры интеллектуальной транспортной системы (полный набор необходимых подсистем, описание функциональной части и физической части системы, включая полный набор взаимосвязей), машину логического вывода, которая выполняет функцию контроля ввода и вывод новых знаний, используя различные правила и аксиомы существующего описания онтологической модели, а также модель, взаимодействия, задачей которой является выполнение запросов к содержимому модели, посредством инструмента Apache Jena и с использованием языка SPARQL.

В четвертой главе рассмотрены вопросы оценки эффективности внедрения в ИТС методов и инструментов создания онтологии информационных систем. Разработано функциональное описание кластеров:

Кластер 1 - Онтологическая полнота. Имеет две метрики: Коэффициент покрытия сущностей (K_1) и Глубина связей (K_2). 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. Кластер 2 - Семантическая согласованность. Имеет три метрики: Конфликты типов (K_3), Индекс логической целостности запроса (K_4) и Семантические конфликты (K_5). Позволяет определить наличие семантических конфликтов, ошибок, логических ошибок в описанной онтологической модели (K_3 - на этапе обработки данных машиной логического вывода, K_4 - на этапе обмена данными с периферией и интеграционной платформой, K_5 - на этапе составления логических правил, которые управляют подсистемой, элементом ИТС). Кластер 3 – Архитектурная интеграция. Имеет две метрики: Коэффициент интероперабельности (K_6), Задержка синхронизации (K_7). 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 заключении представлены выводы и результаты диссертационной 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 параграфе 1.1. «Анализ подходов к стандартизации интеллектуальных транспортных систем, обзор основных стандартизирующих

документов, определение основных перспектив регулирования» (стр. 22-29) представлены стандартизирующие и регулирующие ИТС документы. В случае повсеместного применения онтологического моделирования и семантических технологий, как принципиально изменится регулирование ИТС в Российской Федерации и других странах?

2. Исходя из содержания Таблицы 2 - Сравнительный анализ существующих подходов к созданию онтологической модели, Protege – лучшее решение для разработки онтологической модели. Какие конкретные преимущества имеет данное программное обеспечение?

3. Каким образом определено максимальное количество сущностей при определении коэффициента покрытия сущностей для кластера 1 онтологической полноты. Возникнут ли трудности при применении такого подхода к ИТС различной функциональности?

4. В различных субъектах Российской Федерации отличается уровень автомобилизации, различна скорость транспортных потоков, наличие заторов, длительность задержек и вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Возможно ли онтологическую модель ИТС адаптировать для объектов и территорий?

5. На стр. 100, указано 7 языков, при использовании которых, возможно создание онтологической модели интеллектуальной транспортной системы, среди указанных Вами выбран OWL. Уточните почему. Нет ли другого языка программирования для применения в отдельных, специфических обстоятельствах разработки ИТС?

Представленные замечания не снижают ценности выполненного исследования Пилипец Олега Олеговича.

Общее заключение

Рассмотренная диссертация Пилипец Олега Олеговича является сформированной и законченной научно-квалификационной работой, в которой были предложены новые научно обоснованные методы, алгоритмы, методические рекомендации и термины, направленные на совершенствование

методов создания интеллектуальных транспортных систем посредством применения онтологического моделирования и принципов построения семантических сетей, что полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по п. 9 – 11, 13, 14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (ред. 01.01.2025), а ее автор Пилипец Олег Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук (2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы), генеральный директор ЗАО ГК «Навигатор».

Контактные сведения: 302006, Россия, Орловская обл. г. Орел, ул. Московская, д. 155

e-mail: nvg@nvg-group.ru, телефон: +7 4862 44 - 40 - 01

Подпись официального оппонента:

Семкин Александр Николаевич

«10» апреля 2026 г.