

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Кущенко Лилии Евгеньевны на диссертационную работу **Ван Жуньчжоу** на тему «Методы разработки архитектуры интеллектуальных транспортных систем в Китайской народной республике», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы

### Актуальность темы диссертации

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) на сегодняшний день широко применимы во всем мире. Согласно китайской программе «Строительство транспортной державы» происходит активное развитие интеллектуальных транспортных систем, стимулирование интеграции новых технологий, таких как большие данные, интернет, искусственный интеллект и блокчейн с транспортной отраслью, а также она направлена на продвижение транспортного развития за счет ресурсов данных, ускорение интеграции транспортной инфраструктурной сети, сети транспортных сервисов, энергосетей и информационных сетей, создание всеобщей и передовой инфраструктуры транспортной информации.

Интеллектуальные транспортные системы очень быстро развиваются в Китае. Создание системы мониторинга и управления транспортной системой в режиме реального времени для повышения качества транспортных услуг экономике и населению, снижения транспортных затрат, улучшения экологии и безопасности является глобальной целью построения и развития ИТС на автомобильных дорогах.

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 методы построения архитектур ИТС, которые направлены на совершенствование существующих и разработку новых методов архитектуры ИТС в Китайской народной республике, позволяющих сократить время задержки, увеличить среднюю скорость движения, уменьшить длину очередей и время в пути, а также снизить стандартное отклонение скорости.

Следовательно, можно сделать вывод, что тема диссертационной работы Ван Жуньчжоу относится к актуальной.

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

В ходе проведенных исследований Ван Жуньчжоу использовал большой объем теоретического материала, рассматривая научные труды, как отечественных, так и зарубежных ученых. На базе рассмотренного материала производится обоснование сформированных научных положений, отраженных во всех главах диссертации.

Научные положения, полностью соответствуют определенным задачам диссертации, связаны и выстроены между собой грамотно, что позволяет достигнуть поставленной цели исследования - развитие методов разработки архитектуры ИТС как инструмента управления процессом создания интеллектуальной транспортной системы.

Применение методов системного и сравнительного анализа, статистических группировок, анализа первичной документации, статистической отчетности и других методов позволило Ван Жуньчжоу получить новые методы, алгоритмы, направленные на совершенствование и развитие архитектуры ИТС в Китайской народной республике.

Полученные результаты позволили автору разработать алгоритм разработки логической и физической архитектур ИТС, адаптированный к практике КНР, дополненный совокупностью приложений, использованием



больших данных для новых сервисов и обратными связями между приложениями и сервисами, а также автором были предложены методические рекомендации по созданию архитектуры кооперативных интеллектуальных транспортных систем (К-ИТС) в контексте национальной архитектуры ИТС Китая с использованием процессно-ориентированного метода с описанием иерархии логических функций и диаграммы потоков данных функциональных доменов платформы К-ИТС и успешно реализовать в Китайской народной республике.

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

#### Достоверность и новизна научных положений и выводов диссертации

Достоверность научных положений подтверждается большим объемом проведенных экспериментальных исследований, выполненных Ван Жуньчжоу на территории Китайской народной республики. Достаточный объем докладов на международных конференциях подтверждает обсуждение широкой научной аудиторией, представленной как отечественными, так и зарубежными учеными.

Результаты исследований, опубликованы автором в 8 научных трудах, в том числе 3 в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, в прочих изданиях опубликовано 5 работ.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Определены новое содержание и последовательность создания архитектуры ИТС по функциональным признакам сложности разработки, модульности физической архитектуры, требованиям моделирования

логической архитектуры, условиям обслуживания и обновления, методам анализа потоков данных.

2. Разработан алгоритм разработки логической и физической архитектур ИТС, адаптированный к практике КНР, дополненный совокупностью приложений, использованием больших данных для новых сервисов и обратными связями между приложениями и сервисами.

3. Предложены методические рекомендации по созданию архитектуры кооперативных интеллектуальных транспортных систем (К-ИТС) в контексте национальной архитектуры ИТС Китая с использованием процессно-ориентированного метода с описанием иерархии логических функций и диаграммы потоков данных функциональных доменов платформы К-ИТС.

4. Определены параметры выбора маршрута на уровне микро моделирования в зависимости от доли подключенных автомобилей в диапазоне от 20 до 80%, определяющие вероятность выбора следования по назначенному маршруту, обеспечивающему снижение времени поездки.

#### Практическая значимость результатов диссертации

Практическая значимость работы заключается в формировании архитектуры для разработки К-ИТС по управлению дорожным движением. Полученные результаты имеют прикладной характер и используются для решения практических задач управления дорожным движением в КНР.

#### Оценка содержания диссертации, её завершенности и качества оформления

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 102 источников, включает 35 рисунков, 11 таблиц. Объем работы составляет 170 страниц.

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 проведен анализ развития интеллектуальных транспортных систем (ИТС) с углублением архитектурных подходов и основных концепций как на международном, так и на национальном уровнях. Подробно рассмотрена история развития ИТС от ее зарождения и до современного применения, в котором используются большие данные, искусственный интеллект. Проанализированы модели и архитектуры ИТС, применяемые во всем мире.

Сформированы главные проблемы, включающие в себя вопросы интеграции, защиты информации и другие. Материал, представленный в первой главе подчеркивает необходимость комплексного (системного) подхода к разработке ИТС, который учитывает социально-экономические и технологические аспекты.

Во второй главе основным этапом стала разработка классификации методов разработки архитектуры ИТС. Четкую структуризацию и оптимизацию процессов ИТС обеспечивает процессно-ориентированный подход, в котором основное внимание уделено логике и последовательности процессов. Представлены ключевые моменты подхода, включая моделирование процессов и анализ потоков данных. Также указаны преимущества применения процессно-ориентированного подхода: повышение гибкости и масштабируемости систем, улучшение управления рисками и безопасностью данных, ограничения подхода: сложность адаптации стандартных процессов при условиях, требующих высокую степень индивидуализации и адаптивности.

Разработан алгоритм разработки ИТС, учитывающий особенность Китайской народной республики.



В третьей главе приведены теоретические положения региональной архитектуры ИТС. Рассмотрены два основных метода разработки региональной архитектуры, которые помогают адаптировать национальные стандарты к реалиям конкретных регионов, обеспечивая при этом их согласованность и интеграцию в общенациональную систему ИТС. Основой развития архитектуры городской интеллектуальной транспортной системы является совершенная национальная архитектура. Улучшение национальной архитектуры приводит к уменьшению сложности разработки архитектуры региональной интеллектуальной транспортной системы.

В четвертой главе представлена разработка кооперативных интеллектуальных транспортных систем (К-ИТС) как фундаментальная основа для современных интеллектуальных транспортных систем, способных адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям эксплуатации. Процессно-ориентированный подход в разработке К-ИТС обеспечивает точное логической архитектуры кооперативных интеллектуальных транспортных систем, что критически важно для определения требований к каждому аспекту системы и для обеспечения их взаимодействия в реальном времени.

Представлен сценарий использования и реализации К-ИТС. Разработана платформа кооперативных интеллектуальных автомагистралей, включая тоннели как наиболее важный элемент. Разработана физическая архитектура платформы К-ИТС управления интеллектуальными тоннелями, которая включает: информационную платформу, интерактивную платформу, кооперативную платформу, платформу обеспечения, сервисную платформу.

Валидация архитектуры кооперативных интеллектуальных транспортных систем (К-ИТС) осуществлена на основе моделирования в различных сценариях. В результате с увеличением доли подключенных автомобилей в системе К-ИТС: время задержки: при увеличении доли подключенных автомобилей до 20 %, время задержки уменьшилось на 52,2 %, при 40 % подключенных автомобилей – на 67,2 %, при 60 % –



на 75,7 %, и при 80 % – на 80,9 %; скорость: при 20 % подключенных автомобилей, средняя скорость увеличилась на 21,6 %, при 40 % – на 29 %, при 60 % – на 33,4 %, и при 80 % – на 36,6 % подключенных автомобилей; время в пути: при 20 % подключенных автомобилей, время в пути сократилось на 21,6 %, при 40 % – на 27,4 %, при 60 % – на 30,3 %, и при 80 % – на 32,2 %.

В заключении представлены выводы и результаты диссертационной работы.

#### Соответствие паспорту научной специальности

Диссертация Ван Жуньчжоу соответствует паспорту научной специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы, а именно, пункту 2. Разработка методов анализа и синтеза интеллектуальных транспортных систем, их архитектуры, алгоритмов создания, функционирования, диагностирования, восстановления работоспособности; пункту 12. Нормативное регулирование разработки и реализации интеллектуальных транспортных систем.

#### Замечания по диссертации

1. В тексте диссертации (стр. 14, п. 1.2) представлено развитие ИТС в мире, среди которых Америка, Япония, страны ЕС. Исходя из каких соображений автор не представил информацию о развитии ИТС в России?

2. В 1 главе (стр. 31, п. 1.5) представлены сервисы ИТС в рамках Китайской национальной архитектуры ИТС. Имеют ли они принципиальное отличие от сервисов ИТС других стран? Если да, то какие?

3. В п. 2.2 текста диссертации отражена информационная модель японской логической архитектуры ИТС и объектная модель верхнего уровня японской архитектуры ИТС. Хотелось бы уточнения, в чем именно преимущество архитектуры ИТС над моделями других стран, если она взята

за основу разработки авторской модели непосредственно для Китайской народной республики.

4. На стр. 77, рис. 2.6 диссертационной работы представлен алгоритм разработки ИТС, адаптированный к практике КНР, являющийся элементом научной новизны. Не совсем ясно, полученный алгоритм применим только для КНР или же может быть использован другими странами?

5. В различных городах уровень автомобилизации отличается, а следовательно, различна скорость движения транспортных средств, наличие заторов, длительность задержек и вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Возможно ли систему приложений ИТС Пекина интегрировать, например, в Шанхае, Гуанчжоу и т.д.?

6. В главе 4 неясно, предложенная К-ИТС будет функционировать при любых условиях, или же есть предельные значения используемых параметров и т.д.?

Представленные замечания не снижают ценности выполненного исследования Ван Жуньчжоу.

#### Общее заключение

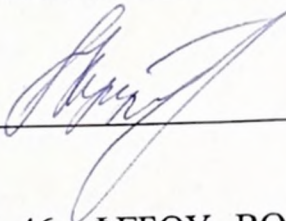
Рассмотренная диссертация Ван Жуньчжоу является сформированной и законченной научно-квалификационной работой, в которой были предложены новые научно обоснованные методы, алгоритмы, методические рекомендации, направленные на разработку архитектуры ИТС в Китайской народной республике, что полностью отвечает 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 Ван Жуньчжоу заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы.



### Официальный оппонент

Доктор технических наук (специальность 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта), доцент, профессор кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова»

«24» сентября 2025 г.


 Л.Е. Кущенко

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова»,  
тел/факс +7 (908) 782-15-03,  
e-mail: lily-041288@mail.ru

Подпись профессора кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта Кущенко Лилии Евгеньевны ЗАВЕРЯЮ

Первый проректор БГТУ им. В.Г. Шухов, д.т.н., профессор



 Е.И. Евтушенко