

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Олейниковой Светланы Александровны на диссертационную работу Городничева Михаила Геннадьевича на тему: «Методология создания информационной системы управления транспортными потоками», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования

Промышленная эксплуатация интеллектуальных транспортных систем предъявляет к вычислительной инфраструктуре требования, которые сегодня не покрываются отдельными эталонными архитектурами: вероятностные гарантии задержки, отказоустойчивость и горизонтальное масштабирование должны обеспечиваться в едином контуре обработки данных. Разрозненные подсистемы АСУДД и ИТС не замыкают цепочку мониторинг, прогноз, управление и не дают формализованного описания инфраструктурного слоя, пригодного для автоматической верификации.

С позиций автоматизированных и вычислительных систем особую значимость приобретает то, что в работе инфраструктура рассматривается не как вспомогательное окружение моделей, а как самостоятельный объект формализации со своими метриками пропускной способности, задержки и надёжности. Задачи распределения нагрузки, децентрализованной кластеризации серверов и статистической генерации синтетических данных транспортных потоков, поставленные в диссертации, отвечают реальным потребностям построения масштабируемых отказоустойчивых систем и опираются на аппарат теории массового обслуживания и стохастического моделирования. Одновременно сохраняет актуальность задача краткосрочного прогнозирования потоков при условии вычислительной пригодности моделей для реального развёртывания. Нормативно-правовое поле РФ и международные стандарты задают жёсткие требования к

Вход. № 187/26
21.09.2026
подпись

безопасности и приватности, которые в методологии учтены системно. Таким образом, тема диссертационного исследования является актуальной.

Научная новизна результатов диссертационного исследования

Научная новизна работы состоит в следующем:

– Разработан метод пространственно-временного прогнозирования макроскопических характеристик транспортного потока PTSTG, отличающийся от существующих синтезом патч-ориентированного временного кодирования с адаптивной стохастической по строкам матрицей смежности, обучаемой из данных без использования фиксированной дорожной топологии, и вычислительно простым графовым уточнением узловых представлений.

– Разработан метод динамической коррекции коэффициентов классической модели следования за лидером, отличающийся от существующих, динамической адаптацией параметров во времени на основе текущего состояния движения при сохранении физической интерпретируемости параметров модели.

– Разработан гибридный метод прогнозирования микроскопических характеристик транспортного потока, основанный на данных, отличающийся от существующих реализацией функционального разделения модулей, при котором блок, основанный на данных, обеспечивает точность воспроизведения динамики (краткосрочное и долгосрочное окно), а классический блок задаёт формализуемые ограничения и подавляет аномальные воздействия в замкнутом контуре.

– Разработана комплексная методология построения архитектуры исполнения моделей искусственного интеллекта в интеллектуальных транспортных системах, отличающаяся от существующих формализацией архитектуры в виде ориентированного мультиграфа исполнения с параметризованными вершинами и рёбрами, введением вероятностных ограничений по задержке и устойчивости по интенсивности входа, и

обеспечением воспроизводимого синтеза и выбора конфигурации исполнения на основе измеримых метрик.

— Разработана архитектура системы сбора, хранения и обработки больших разнородных данных для интеллектуальных транспортных систем, отличающаяся от существующих структурированием по функциональным зонам, охватывающая весь процесс функционирования системы начиная со сбора данных до аналитики, хранения и визуализации.

— Разработана методология построения инфраструктуры интеллектуальных транспортных систем, отличающаяся от существующих тем, что объединяет архитектуру обработки больших данных с механизмом децентрализованной кластеризации серверов на основе метрики сетевого расстояния (RTT), консенсуса Raft и автоматического выбора лидера сервисом Agent, а также специализированным алгоритмом динамического распределения приоритетных задач при ограничении по времени выполнения и методом генерации статистически обоснованных синтетических данных транспортного потока.

Теоретическая и практическая значимость результатов

Теоретическая значимость определяется тем, что инфраструктурный уровень информационной системы получил целостное математическое описание: мультиграф исполнения, вероятностные модели задержки и надёжности, критерии сравнения и приёмки вариантов образуют завершённую конструкцию, увязанную с архитектурным и модельным уровнями методологии. Это расширяет инструментарий проектирования вычислительных систем реального времени применительно к предметной области ИТС.

Практическая значимость подтверждается работоспособными прототипами и измеримыми эффектами. Метод децентрализованной кластеризации реализован на стенде из семи физических хостов (Ubuntu 22.04, ZeroMQ, RethinkDB). Получено 15 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Результаты внедрены в учебный процесс

МТУСИ и МАДИ, а также в производственную деятельность АО «Минимакс-94», ООО «ТранснавиСофт» и ООО «Эр Си Технолоджис», что подтверждено соответствующими актами.

Достоверность и обоснованность полученных результатов

Достоверность результатов обеспечивается строгими математическими постановками (формализация мультиграфа исполнения, вероятностные SLA-ограничения, условие устойчивости очереди, аналитические оценки доступности), а также использованием общепризнанных эталонных наборов данных (METR-LA, PEMS-BAY, LargeST и других) наряду с собственным натурным корпусом из 23175 отфильтрованных записей. Инфраструктурные и вычислительные метрики соотнесены с контрольными порогами и приёмочными критериями, а прикладные результаты подтверждены стендовыми измерениями, публикациями и внедрениями.

Оценка содержания диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и одиннадцати приложений. Во введении корректно обоснована актуальность, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, определены научная новизна и положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен анализ современного состояния ИТС и заложены методологические основы работы. Дано определение ИТС по ГОСТ Р 56829-2015, введён интеллектуальный контур «мониторинг, прогноз, управление», построена типология девяти доменов и таблица профилей SLA по доменам. Глава формирует систему требований, в том числе к латентности и доступности, к которым далее апеллирует инфраструктурная часть.

Вторая глава посвящена методу пространственно-временного прогнозирования PTSTG. Метод сочетает патч-ориентированный временной кодировщик, обучаемую стохастическую по строкам матрицу смежности и лёгкие графовые блоки. Приведён вычислительный профиль на NVIDIA RTX 4060 Ti: 0,88 млн параметров, средняя задержка – 56,44 мс, задержка p95 –

61,54 мс, пропускная способность – 564,04 последовательности в секунду, пик VRAM 3,492 ГБ.

Третья глава содержит сбор собственного натурального корпуса данных, метод SSSR-Micro и гибридную модель прогнозирования режима следования. Автором собран корпус из 23175 отфильтрованных записей, предложена калибровка коэффициентов динамического габарита с ограничениями знаков (выпуклая задача) и получена нулевая доля столкновений гибридного метода на всех наборах.

Четвёртая глава является одной из центральных для оценки инфраструктурного вклада. Введены пакетный и потоковый режимы исполнения, декомпозиция сквозной задержки и вероятностное SLA как сквозное ограничение. Формализованы эффективная скорость обслуживания, автомасштабирование с условием устойчивости очереди, доступность ансамбля реплик для очереди Kafka. Проработаны девять канонических инфраструктурных контуров с CI-верификацией путей, инвариантами (Ready, TLS, RBAC, EP) и контрольными порогами. Обобщающая методология описывает инфраструктуру как мультиграф с оценкой узкому месту, многокритериальной оптимизацией и индексом эффективности.

Пятая глава развивает децентрализованную инфраструктуру, распределение нагрузки и генерацию синтетических данных. Задача кластеризации серверов формализована через двустороннюю задержку RTT с функционалом качества топологии и ограничением мощности подкластера. Сервис Agent обеспечивает автокластеризацию шести серверов в два подкластера. Зафиксированы сокращение времени подготовки сервера с 121 до 15 минут (улучшение 87,5%) и сокращение времени загрузки 10 ГБ разнородных данных с 46,2 до 24,2 минут (47,6%). Алгоритм динамического распределения нагрузки на наборах 800/500/300 задач видеоаналитики на 38% быстрее случайного распределения и сохраняет решаемость при постепенном отказе четырёх из восьми узлов. Метод генерации синтетических данных реализован на Yugabyte с нагрузочными тестами

хранилища (650 операций в секунду на одном узле, в среднем 181 операция в секунду на трёх узлах).

Публикации, отражающие основное содержание работы

Основные результаты диссертации опубликованы в 63 научных работах, в том числе 16 без соавторов. В изданиях перечня ВАК опубликовано 10 работ, в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science, 38 работ (из них 6 отнесены к Q1 и 2 к Q2 и приравниваются к публикациям категории K1 согласно Рекомендации ВАК от 21.12.2023). Получено 15 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Количество и уровень публикаций достаточны, полнота отражения результатов в печати не вызывает сомнений.

Замечания по диссертационной работе

1. Результаты метода PTSTG в главе 2 приведены для одного запуска с фиксированным значением $seed = 2023$, без анализа нескольких независимых прогонов, что особенно существенно при небольших различиях метрик сравниваемых методов. Представление усреднённых результатов и характеристик их разброса позволило бы более обоснованно оценить устойчивость полученных результатов и сопоставимость методов.

2. В главе 3 недостаточно подробно исследован вклад отдельных компонентов предложенной гибридной модели в достигаемые показатели качества. Раздельная экспериментальная оценка этих компонентов позволила бы более полно обосновать выбранную структуру модели.

3. В главе 4 целесообразно более четко согласовать используемый статистический критерий приёмки с формулировкой SLA. В CI- контурах применяется контроль верхней доверительной границы среднего значения задержки, тогда как SLA сформулировано как ограничение на хвост распределения, что при выраженной асимметрии распределения может приводить к различным выводам о выполнении требований.

4. В разделе 5.2 приведённое время переключения около 730 мс представлено без указания числа повторных измерений, что затрудняет

оценку устойчивости полученного результата. Кроме того, целесообразно более подробно прокомментировать наблюдаемую неравномерность производительности операций чтения.

5. При многокритериальном выборе конфигурации архитектуры недостаточно подробно обоснован выбор весовых коэффициентов, определяющих соотношение задержки, стоимости и энергопотребления. Целесообразно было бы привести рекомендации по их выбору для различных сценариев применения ИТС.

Указанные замечания носят характер рекомендаций по повышению статистической строгости и методической согласованности изложения и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Городничева Михаила Геннадьевича «Методология создания информационной системы управления транспортными потоками» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения и получены практические результаты, совокупность которых можно квалифицировать как решение научной проблемы, имеющей важное значение для развития информатики и информационных процессов в области построения масштабируемых отказоустойчивых информационных систем управления транспортными потоками.

Основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в публикациях автора, в том числе в изданиях, включённых в перечень ВАК. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Содержание и основные результаты работы соответствуют паспорту научной специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

Диссертация соответствует требованиям пунктов 9–14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым

к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор, Городничев Михаил Геннадьевич, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки).

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры автоматизированных
и вычислительных систем
Факультета информационных технологий
и компьютерной безопасности
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»

С.А. Олейникова
10.09.2026

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный технический
университет»

Адрес: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

Телефон: +7(473) 271-59-05

Адрес электронной почты: rector@cchgeu.ru

Сайт организации в сети «Интернет»: <https://cchgeu.ru/>

Я, Олейникова Светлана Александровна, согласна на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 55.2.002.02 на базе ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» и их дальнейшую обработку и размещение.

С.А. Олейникова
10.09.2026

Подпись Олейниковой С.А. заверяю



Проректор по науке и инновациям ВГТУ,
д.т.н., проф. А.В. Башкиров

10.09.2026