

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

д.т.н., доцента Сметаниной Ольги Николаевны

на диссертационную работу Чекиной Елены Владимировны
«Методы и алгоритмы цифровых структурных схем для системного анализа
и управления дорожным движением», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный
анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы диссертационного исследования. В диссертационном исследовании Чекиной Е.В. отражены вопросы повышения эффективности процессов управления дорожным движением и проектирования организации дорожного движения (ОДД). Цель достигается за счет разработки методов и алгоритмов формирования и применения цифровых структурных схем в системах поддержки принятия решений (СППР).

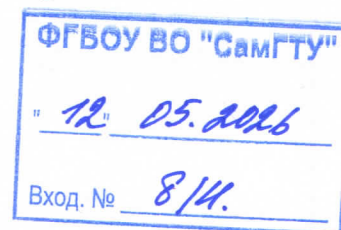
В основу исследования положена интеграция и интеллектуальная обработка разнородных данных, поступающих из современных информационных и интеллектуальных транспортных систем.

Актуальность темы обусловлена существующими проблемами в отрасли: разрозненностью данных в системах обследования дорожной инфраструктуры, проектирования ОДД и верификации проектных решений; ограниченной интеграцией измерительных комплексов и программного обеспечения; а также недостаточной интеллектуализацией процессов анализа. Эти факторы приводят к снижению эффективности управленческих решений и увеличению трудоемкости проектирования.

Таким образом, разработка методов и алгоритмов на базе цифровых структурных схем для системного анализа и управления транспортными потоками имеет важное научно-практическое значение. Предложенные решения направлены на повышение эффективности функционирования дорожно-транспортной инфраструктуры, обеспечение безопасности дорожного движения, снижение аварийности и оптимизацию процессов проектирования в условиях цифровизации отрасли.

Оценка содержания диссертации. Диссертационная работа Чекиной Е.В. изложена на 152 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 115 наименований отечественных и зарубежных авторов, трех приложений. Основной текст работы занимает 125 страниц и иллюстрирован 37 рисунками.

*С отзывом ознакомлена
Чекина ЕВ
12.05.2026 г.*



Во введении обоснована актуальность рассматриваемой темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект, предмет и методы исследования, изложены научная новизна и практическая значимость результатов работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации работы и публикациях автора по теме диссертации.

В первой главе проведен анализ актуальных задач информационной поддержки при проектировании организации дорожного движения, рассмотрены основные факторы и условия, влияющие на принятие проектных решений, а также особенности функционирования современной дорожно-транспортной инфраструктуры в условиях цифровизации. Выполнен анализ технических систем обследования автомобильных дорог и программных средств, применяемых для разработки схем организации дорожного движения, рассмотрены современные методы и технологии поддержки принятия решений, определены критерии оценки эффективности организации дорожного движения и выявлены основные проблемы, связанные с ростом сложности транспортных систем, необходимостью обработки больших объемов разнородных данных.

Во второй главе рассмотрены структура и параметры системы сбора и обработки дорожной информации на основе передвижной автомобильной лаборатории, предложена структурно-параметрическая схема такой системы, обеспечивающая получение данных, необходимых для разработки проектов организации дорожного движения. Разработана модель цифровых структурных схем для системного анализа организации дорожного движения, позволяющая упорядочить элементы улично-дорожной сети и технические средства организации движения. Обоснован метод поддержки принятия проектных решений по управлению дорожным движением, основанный на пространственно-функциональной декомпозиции дорожной обстановки и обеспечивающий интеграцию разнородной информации и учет требований различных заинтересованных сторон.

В третьей главе решена задача извлечения и формализации правил применения технических средств организации дорожного движения из текстов нормативно-правовой и нормативно-технической документации. Предложен алгоритм трансформации дорожной информации для оценки эффективности проектных решений непосредственно в процессе проектирования в режиме «онлайн» с использованием систем моделирования. Предложена методика разработки цифрового проекта организации дорожного движения, обеспечивающая взаимодействие участников процесса проектирования.

В четвертой главе приведено описание разработанного комплекса системы поддержки принятия решений для цифрового проектирования организации дорожного движения, решающего сквозные задачи сбора, верификации структурированных и неструктурированных данных об улично-дорожной сети с дальнейшей проектной интерпретацией и поддержкой принятия проектных решений в области транспортного проектирования. Описаны архитектура, функции и задачи разработанной системы поддержки принятия решений, проведена оценка эффективности разработанных методов, моделей и алгоритмов. Показаны результаты, дающие положительный эффект от применения программных средств при снижении трудоемкости работ в два раза.

В заключении сформулированы основные научные и практические результаты и выводы по работе.

Диссертационное исследование направлено на решение научной задачи, лежащей в области системного анализа сложных объектов и разработки интеллектуальных методов управления ими на основе обработки больших объемов разнородной информации, что соответствует паспорту научной специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика:

Объект и предмет исследования соответствуют специальности. Объектом исследования является система организации и управления дорожным движением как сложная, динамическая, социально-техническая система. Предметом исследования выступают модели, методы и средства, предназначенные для разработки систем поддержки принятия проектных решений по управлению дорожным движением. Это укладывается в рамки специальности.

Реализован системный подход. В работе применяется декомпозиция сложной системы (УДС) на управляемые элементы (участки, ТСОДД), формализуются ее компоненты (сущности, связи) и процессы (жизненный цикл ПОДД). Разработанная модель цифровых структурных схем является инструментом системного анализа, позволяющим формализовать структуру и поведение объекта исследования.

В работе представлен жизненный цикл системы организации дорожного движения (ОДД) как замкнутый контур управления. В контуре ключевую роль играют информационные потоки и механизмы обратной связи, что является ядром системного анализа.

Итеративный цикл проектирования представляет собой механизм обратной связи. Предложенный метод реализует рекурсивный алгоритм.

Процесс проектирования (функция Solve в формуле 2.28) включает в себя этап верификации проектного решения. Если целевые показатели (безопасность, пропускная способность) не достигнуты, система не выдает ошибку, а инициирует возврат к этапу декомпозиции или модификации исходных данных. Это пример отрицательной обратной связи в системе управления, направленной на минимизацию отклонения от цели.

Созданная модель структурных схем и цифровой двойник УДС позволяют реализовать принцип «проектирование - моделирование - корректировка». Результаты имитационного моделирования (например, в SUMO) служат обратной связью для проектировщика и ядра СППР. Анализ показателей (среднее время в пути, задержки) после внесения изменений в схему ОДД позволяет оценить эффективность решения и, при необходимости, запустить новый виток итерации. Это обеспечивает адаптивность системы к изменяющимся условиям (рост интенсивности, новые очаги аварийности).

Объединение разнородных данных (из ПДЛ, статистики ДТП, ГИС) создает информационную основу для поддержания динамического равновесия (гомеостаза) транспортной системы. СППР, получая данные о текущем состоянии и сравнивая их с целевыми показателями, генерирует управляющие воздействия, возвращая систему в желаемое состояние.

Этап согласования проекта с внешними структурами (ГИБДД, заказчик) также является элементом контура обратной связи. Замечания и требования этих структур есть внешнее воздействие, которое корректирует внутреннее состояние системы, делая его более устойчивым.

Разработаны методы и алгоритмы управления и обработки информации: обработки разнородных (мультимодальных) данных из различных источников (ПДЛ, ГИС, статистика ДТП); извлечения знаний из неструктурированных текстов (технических стандартов) с помощью ИИ; трансформации данных для интеграции систем проектирования и моделирования; синтеза и верификации проектных решений на основе формализованных правил.

Создана система поддержки принятия решений, которая является практической реализацией методов управления и обработки информации. Она предназначен для автоматизации интеллектуальной деятельности человека (ЛПР), что является ключевой задачей в рамках данной научной специальности.

Работа выходит за рамки простой автоматизации. Предложенное решение представляет собой управление сложной системой с обратной связью, где СППР выступает в роли регулятора, а цифровой двойник УДС - в роли объекта управления. Это позволяет не просто создавать проекты, а управлять

эффективностью и безопасностью дорожно-транспортной инфраструктуры в режиме, близком к реальному времени.

Оценка изложения материала диссертации, автореферата и публикаций. Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне. Содержание диссертации дополнено иллюстративным материалом. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Представленные автором выводы отражают результаты собственного исследования и соответствуют поставленным перед исследователем задачам.

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научно-технических конференциях, форумах и семинарах: 25-я международная конференция «Математика. Компьютер. Образование» (2018 г., г. Дубна); VIII Всероссийская научная конференция «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (с приглашением зарубежных ученых)» (2020 г., г. Уфа); XXIX Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях» (2024 г., г. Рязань); Международная мультидисциплинарная конференция по промышленному инжинирингу и современным технологиям FarEastCon-2024 (2024 г., г. Владивосток); IV Международная научно-практическая конференция «Цифровые технологии, оптика и материаловедение» (2025 г., г. Бухара, Узбекистан); XXV Международная научно-техническая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения ректора ППИ Николая Петровича Сергеева и 80-летию Победы в Великой отечественной войне «Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике» (2025 г., г. Пенза); 7-я Международная конференция по системам управления, математическому моделированию, автоматизации и энергоэффективности (2025 г., г. Липецк).

Основное содержание диссертационной работы в достаточном объеме отражено в 18 научных публикациях, из них: 7 научных статей опубликованы в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий (ВАК) при Минобрнауки России. Имеется 6 актов о практическом внедрении результатов работы. Использование в диссертации материалов других авторов отмечено в списке литературы, по тексту диссертации корректно приведены ссылки на источники.

Научная новизна результатов диссертационного исследования. Положения научной новизны и выводы диссертации обоснованы и аргументированы. Уровень научной новизны соответствует требованиям к кандидатским диссертациям.

Научная новизна работы заключается в получении автором следующих научно-технических результатов:

1. Разработана модель цифровых структурных схем для системного анализа организации дорожного движения, *отличающаяся* формализацией описания схем и позволяющая осуществлять инфраструктурное упорядочивание элементов улично-дорожной сети и технических средств организации дорожного движения в условиях сложной дорожно-транспортной обстановки;

2. Разработан метод поддержки принятия проектных решений по управлению дорожным движением, *отличающийся* применением пространственно-функциональной декомпозиции к дорожно-транспортной обстановке и позволяющий интегрировать доступную информацию и поддерживать множественные представления и требования различных заинтересованных сторон к схемам организации дорожного движения;

3. Разработаны алгоритмы обработки и трансформации разнородной информации в процессе информационной поддержки принятия проектных решений по управлению дорожным движением, *отличающиеся* совместным применением цифровых структурных схем организации дорожного движения и методов искусственного интеллекта и позволяющие использовать правила применения технических средств организации дорожного движения и проверять возможные решения в процессе проектирования схем организации дорожного движения;

4. Создана система поддержки принятия решений по управлению дорожным движением, реализующая предложенные модели, методы и алгоритмы.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования. Рассматриваемая диссертационная работа имеет четко выраженную практическую направленность. Практическую ценность результатов исследования представляют разработанные модели, методы и алгоритмы цифровых структурных схем для системного анализа и управления дорожным движением, реализуемые в составе системы поддержки принятия проектных решений. Предложенные решения обеспечивают возможность интеграции и обработки разнородной информации о дорожно-транспортной обстановке, а также формирование и проверку проектных решений по организации дорожного движения с использованием распространённых программных средств и технологий интеллектуальной обработки данных, которые могут быть использованы (и используются) на практике, что подтверждают приведенные в диссертации акты внедрения результатов диссертационной работы в практическую деятельность профильных

организаций ООО «Инфратранспроект» (г. Самара), Департамента транспорта Администрации г.о. Самара, Госавтоинспекции МВД России по г. Самаре, МКУ «Дирекция благоустройства города Киров» и ГИБДД УМВД России по г. Кирову и учебный процесс ФГБОУ ВО «СамГМУ».

Результаты и выводы диссертации могут быть использованы на практике для выработки решений по управлению дорожным движением на основе доступных транспортных данных путем формирования схем организации дорожного движения. Потенциальные организации и предприятия для внедрения результатов работы: интеллектуальные транспортные системы городов и регионов Российской Федерации, ФАУ «РОСДОРНИИ», ООО «Швабе-Москва», ООО «СОРБ Инжиниринг».

Достоверность результатов исследований подтверждается корректностью используемого математического аппарата, результатами численного моделирования и практического внедрения, апробацией результатов на всероссийских и международных научно-технических конференциях, публикациями в рецензируемых изданиях.

Характеристика автореферата диссертации. Структура автореферата соответствует структуре диссертационной работы, а его содержание отражает основные положения диссертации. Основные выводы автореферата согласуются с выводами диссертации.

Замечания по диссертационной работе:

1. В работе встречается логическая несогласованность. Так в формуле (2.4) ширина (width) определена как скаляр (номинальная ширина, например, полосы), но далее используется как вектор. Точнее было бы определить - вектор профиля ширины (в различных точках участка). Аналогично определен и ряд других параметров участка дороги.

2. Встречается несогласованность единиц измерения, так на стр. 61 (формула 2.5) в определении переменной slope (уклон) указана единица измерения «м» (метры), в действительности – уклон, представляет собой безразмерную величину в виде отношения перепада высот к горизонтальному проложению (единицы измерения: промилле, проценты).

3. В «Условии 1» следствие В использует переменную L, которая в условии А определена как координата объекта, что может сделать правило некорректным.

4. В таблице с результатами экспериментов в строке 15: «Чердаклы - Новый Белый Яр - Вислая Дубрава...» в графах «Время формирования схемы ОДД» и «Количество ТСОДД, шт.» стоит прочерк «-». Объяснений по отсутствию результатов нет.

5. В работе встречается дублирование обозначений. Так в формуле модели электронной карты (стр. 59) $M = \langle N^M, C, L \rangle$ компонент L определяется как упорядоченное множество слоев $L = \langle l_i, q_i \rangle$. В следующем абзаце L используется для обозначения самой электронной карты: «Электронная карта L представлена упорядоченным множеством из m слоев...». Что создает путаницу, так как одна и та же буква L обозначает и всю карту, и ее часть.

6. В диссертации встречаются рисунки с нечетким текстом (2.2, 2.4.)

Указанные замечания не уменьшают значимости полученных в работе результатов и не оказывают влияния на общую положительную оценку диссертации.

Заключение. Диссертация Чекиной Елены Владимировны «Методы и алгоритмы цифровых структурных схем для системного анализа и управления дорожным движением», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по разработке методов и алгоритмов формирования и использования структурных схем, предназначенных для системного анализа и управления дорожным движением в системах поддержки принятия проектных решений, имеющей значение для безопасности и эффективности управления дорожно-транспортной инфраструктурой.

Структура, содержание и объем диссертации соответствуют требованиям ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Текст диссертации изложен грамотным техническим языком, цель работы достигнута, поставленные задачи решены.

Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне. Результаты работы достоверны, выводы научно обоснованы. Совокупность результатов, полученных лично автором, позволяет квалифицировать работу как кандидатскую диссертацию.

Тема, содержание и результаты диссертационной работы соответствуют паспорту научной специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Автореферат соответствует диссертации и отражает ее содержание. В автореферате приведено краткое содержание глав диссертации, представлены основные результаты и выводы.

Диссертация соответствует всем требованиям ВАК при Минобрнауки России, установленным в Положении о порядке присуждения ученых степеней, утвержденном Постановлением Правительства Российской

Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Автор работы, Чекина Елена Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

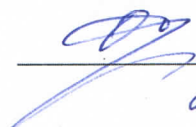
Официальный оппонент

Сметанина Ольга Николаевна,

профессор кафедры вычислительной математики и кибернетики

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

д.т.н., доцент

 О.Н. Сметанина
08.05.2016г.

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32
Телефон: + 7 (347) 2299616, +7 (347) 2726370
Email: smoljushka@mail.ru

Шифр научной специальности, по которой защищена диссертация:
05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах (технические науки)



Подпись Сметанина О.Н.
достоверяю «08» 05 2016г.
Начальник общего отдела УУНИТ Рахимов Д.Ф.