

*Мболо Оуо Эвер-Лорэ*¹,
аспирант;
*Альвардат Мохаммад Ясин*²,
аспирант;
*Черненко Людмила Васильевна*³,
профессор, д-р техн. наук, ст. науч. сотр.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

^{1,2,3} Россия, Санкт-Петербург,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
¹ mboloevers3@gmail.com, ² moh.alwardat@yahoo.com,
³ chern_lv@spbstu.ru

Аннотация. В данной рассматриваются различные характеристики и задачи интеллектуальных транспортных систем, а также перспективные направления развития этих систем в транспортной сфере. Предложен подход многокритериальной оптимизации решения задач управления и принятия решений для оценки качества, эффективности и влияния интеллектуальных транспортных услуг на транспортировку населения.

Ключевые слова: оптимизация, многокритериальная оптимизация, интеллектуальная транспортная система, управление транспортом, телематика, многокритериальный подход, оценка интеллектуальных транспортных систем.

*Ohouo Evers-Lauret M'bolo*¹,
Postgraduate Student;
*Mohammad Yasin Alwardat*²,
Postgraduate Student;
*Ludmila V. Chernenkaya*³,
Professor, Doctor of Technical Sciences

MULTI-CRITERIAL OPTIMIZATION IN THE TASKS OF EVALUATING INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS

^{1,2,3} Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,
¹ mboloevers3@gmail.com, ² moh.alwardat@yahoo.com,
³ chern_lv@spbstu.ru

Abstract. This article examines the various characteristics and tasks of intelligent transport systems, and the promising directions of the development of these systems in the field of transport. A multicriteria approach to optimizing the solution of evaluation and

decision-making problems for assessing the quality, efficiency, and impact of intelligent transport services on population transportation is also described.

Keywords: optimization, multi-criteria optimization, intelligent transportation system, transport management, telematics, multi-criteria approach, evaluation of intelligent transport systems.

Введение

В настоящее время технологические достижения позволяют изменить методы управления и эксплуатации дорожных сетей и автомагистралей с помощью интеллектуальных транспортных систем. Интеллектуальные транспортные системы представляют собой сочетание сложных информационных и коммуникационных технологий, внедренных в транспортные системы и системы управления дорожным движением с целью повышения безопасности, эффективности и устойчивости инфраструктуры автомобильного транспорта, уменьшения заторов на дорогах.

Таким образом, процессы, обычно требующие участия человека, можно автоматизировать, контролировать и изменять. Ранее данные собирали с помощью дорогостоящей инфраструктуры, в настоящее время актуальные данные можно получать из многочисленных, надежных источников, что упрощает изучение собранных данных и прогнозирование будущих тенденций за счет использования интеллектуальных систем, обеспечивающих анализ данных в реальном времени.

Более того, решения, принимаемые участниками дорожного движения, которые раньше основывались исключительно на дорожных знаках, теперь воспринимаются различными коммуникационными платформами, включая мобильные гаджеты и современные бортовые системы.

Учитывая текущее использование дорог и ожидаемое влияние подключенных и автоматизированных транспортных средств, эффективное управление интеллектуальными транспортными системами требует разработки комплексного и продуманного подхода к интеграции различных существующих систем и услуг, а также обеспечения надежной и эффективной оценки интеллектуальных транспортных систем.

1. Определение и описание интеллектуальных транспортных систем

Применение интеллектуальных транспортных систем играет решающую роль в оптимизации управления и контроля дорожного движения, а также в процессе принятия решений в современных транспортных системах [1–3]. Интеллектуальные транспортные системы обеспечивают возможность подготовки отчетов и обмена опытом по инновационным инфраструктурам, созданным для построения будущей транспортной сети, оптимизирующей существующую инфраструктуру. Интеллектуальные транспортные системы нацелены на выполнение транспортных услуг, которые различны и одновременно подвержены воздействию множества

факторов, решение проблем которых рассматривается в форме многоцелевой оптимизации на основе основных параметров, участвующих в регулировке движения.

При определении параметров для максимального повышения эффективности интеллектуальной транспортной системы важным аспектом является выбор критериев оптимизации, представленных целевыми функциями, которые должны быть максимизированы или минимизированы [4]. Можно выделить следующие критерии:

- скорость,
- транспортные заторы,
- время поездки,
- количество транспортных средств,
- безопасность движения,
- экологическая издержка,
- потребление энергии во время движения,
- эксплуатационные расходы,
- потери от ДТП и т. п.

2. Проблемы интеллектуальных транспортных систем

Интеллектуальные транспортные системы объединяют принципы транспортного проектирования с достижениями информационных и коммуникационных технологий, охватывают множество областей применения и решают различные задачи, которые можно разделить на задачи мониторинга, управления и информационного обеспечения участников движения.

Задачи мониторинга включают в себя различные виды, такие как мониторинг дорожного движения, оценка характеристик дорожной сети, мониторинг оборудования для управления дорожным движением и мониторинг загрязнения.

В задачи управления входит согласованное управление дорожным движением, управление дорожным движением, оценка работы транспортной сети и управление дорожным движением в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Также необходимо решать задачи управления транспортными процессами, оптимизации дорожных сетей, быстрой модификации схем управления дорожным движением и интеграции систем управления транспортом. Кроме того, распространение информации среди лиц, пользующихся дорогами, включает передачу данных по телефонным и радиоканалам, управление маршрутами и внедрение технологий управления базами данных о дорожном движении.

В современных условиях использование транспортных систем связано с новейшими информационно-коммуникационными технологиями, т. е. транспортной телематикой. Телематика, благодаря использованию

автоматизированных систем управления в управлении транспортными системами, позволяет повысить эффективность и качество перевозок [1, 5].

Интеллектуальные транспортные системы позволяют автоматизировать разработку маневров управления в реальном времени на подсистемах и соединениях транспортной инфраструктуры. В настоящее время эти системы разрабатываются в двух основных направлениях: во-первых, это усовершенствование технических элементов подсистем и взаимосвязей между транспортными инфраструктурами, а во-вторых, использование интеграции современных интеллектуальных технологий.

На рисунке 1 представлены компоненты интеллектуальной транспортной системы и связи между ними.

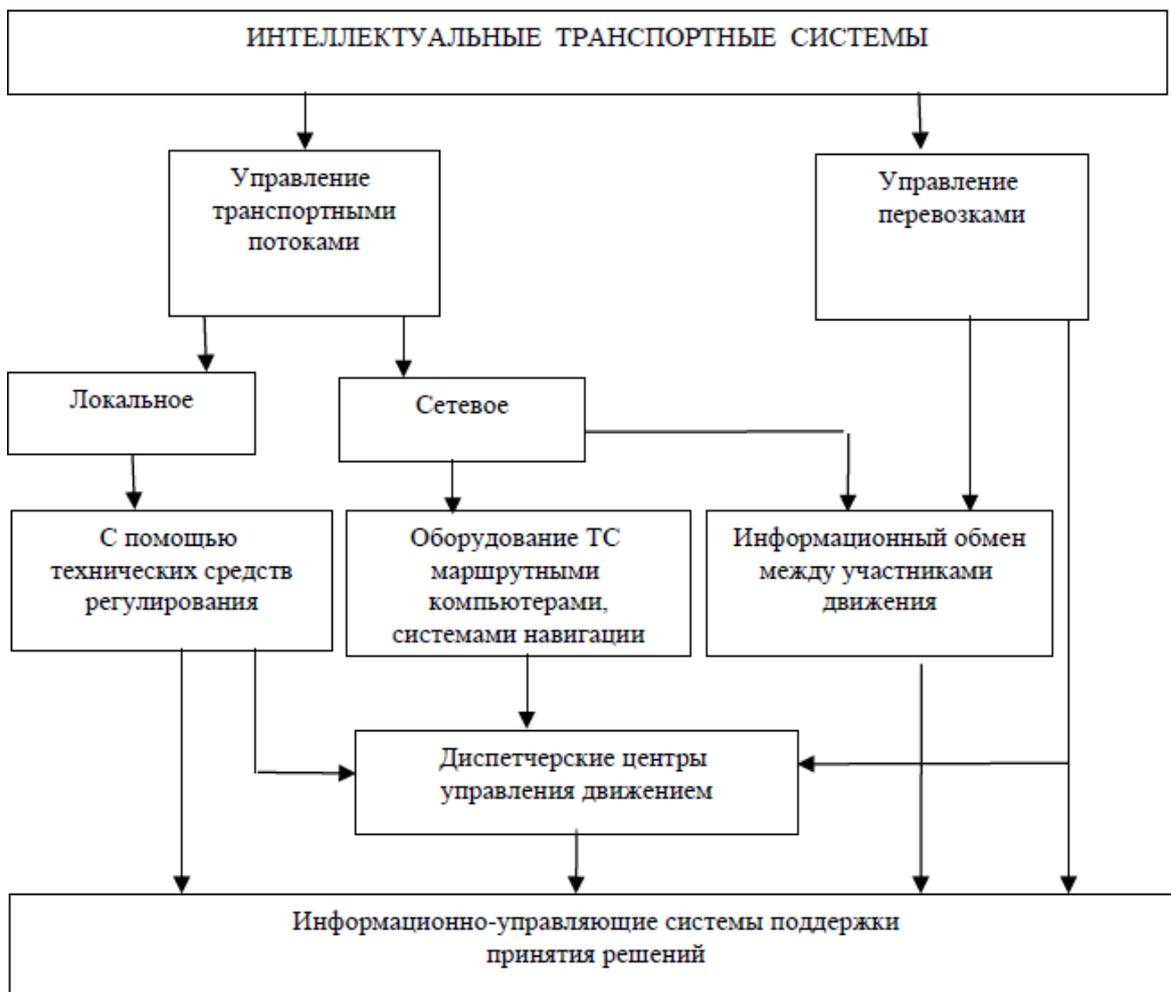


Рис. 1. Общая структура интеллектуальной транспортной системы

Как следует из рисунка, интеллектуальные транспортные системы опираются на информационно-управляющие системы поддержки принятия решений вне зависимости от их задач и внутренней организации.

3. Многокритериальный подход к оценке интеллектуальных транспортных систем

Развитие интеллектуальных транспортных систем, как сказано выше, можно рассматривать в двух направлениях:

1) за счет улучшения технических компонентов подсистем и соединений транспортной инфраструктуры;

2) за счет интеграции современных интеллектуальных технологий в транспорт и их регулярной оценки для измерения уровня качества функционирования и их влияния на транспорт и общество.

На первом шаге решается однокритериальная задача оптимизации по первому критерию:

$$Z_1^* = \max_{X \in D} f_1(X). \quad (1)$$

На втором шаге выделяется оправданная с инженерной точки зрения концессия Δz_1 , а затем формулируется и решается новая оптимизационная задача на основе второго критерия:

$$Z_2^* = \max_{\substack{X \in D \\ f_1(X) \geq Z_1^* - \Delta z_1}} f_2(X). \quad (2)$$

На третьем шаге концессия распределяется по критерию Δz_2 , после чего формулируется и решается задача оптимизации на основе третьего критерия:

$$Z_3^* = \max_{\substack{X \in D \\ f_1(X) \geq Z_1^* - \Delta z_1 \\ f_2(X) \geq Z_2^* - \Delta z_2}} f_3(X) \quad (3)$$

Процесс выделения концессий по индивидуальным критериям и решения однокритериальных процессов оптимизации сохраняется до последнего шага K .

На этапе K -м делается уступка критерию $K - 1$ с последующим составлением Δz_{K-1} и последующим решением задачи оптимизации на основе итогового K -го критерия:

$$Z_K^* = \max_{\substack{X \in D \\ f_1(X) \geq Z_1^* - \Delta z_1 \\ f_2(X) \geq Z_2^* - \Delta z_2 \\ \dots\dots\dots \\ f_{K-1}(X) \geq Z_{K-1}^* - \Delta z_{K-1}}} f_K(X). \quad (4)$$

Субъективность выбора критериев и величина допусков являются ключевыми недостатками многокритериальных методов оптимизации. Для получения прогнозных результатов необходимо различать сложные взаимосвязи между входными и выходными параметрами.

Заключение

Современная глобальная тенденция указывает на преобладание предоставления все более современных транспортных услуг, включающих полный набор качественных сервисов.

Для обеспечения эффективной работы, оперативной оценки и управления интеллектуальными транспортными системами компаниям, отвечающим за управление дорожным движением, целесообразно использовать многокритериальную оптимизацию, поскольку даже при достаточном количестве ограничений данный метод позволяет повысить достоверность и гибкость принимаемых при управлении решений.

Список литературы

1. Мболо О. Э. Л., Алвардат М. Я., Черненькая Л. В. Оптимизация управления дорожным движением в интеллектуальных транспортных системах // Перспективы науки. – 2023. – № 1(160). – С. 36–39. – EDN NMVMXD.

2. Нурғалиев Е. Р. Управление транспортной системой на основе моделирования взаимоувязанного движения автотранспортных и пассажирских потоков // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2011. – № 2(52). – С. 78–82. – EDN OIWNHF.

3. Белешев Д. А. Перспективные направления развития сервисов интеллектуальной транспортной системы в области наземного пассажирского транспорта // Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK – 2020: Сборник материалов международного форума, г. Казань, 21–24 сентября 2020 г. / Академия наук Республики Татарстан. Часть 1. – Казань: Научный центр безопасности жизнедеятельности, 2020. – С. 17–24. – EDN YNJDLX.

4. Алексеев О. П., Пронин С. В. Интеллектуализация транспортных систем в задачах развития больших городов // Автомобильный транспорт (Харьков). – 2007. – № 21. – С. 87–90. – EDN ORPIGT.

5. Богданова П. А., Васильева Т. В. Обзор методов многокритериальной оптимизации в задачах принятия решений // Инновационные аспекты развития науки и техники: Материалы IX Международной научно-практической конференции, г. Саратов, 31 мая 2021 г. / НОО «Цифровая наука». – М.: «КДУ», «Добросвет», 2021. – С. 153–157. – EDN JLZZVL.