

Научная статья
УДК 656.052.4

Сервисная полоса ИТС

Султан Владимирович Жанказиев¹, Юлия Александровна Короткова²,

^{1,2} Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, Россия

¹sultanv@mail.ru

²yuliya_korotkova_1985@mail.ru

Аннотация. Процессы формирования сервисов интеллектуальных транспортных систем (ИТС) подразумевают под собой определенные эволюционные этапы в области организации дорожного движения (ОДД). Качественная эволюция заключается в переходе к динамическому проектированию. На данный момент функционирует цифровой двойник АСУДД. В сфере светофорного управления концепция цифрового двойника позволяет в режиме реального времени корректировать работу светофорных объектов, находя эффективные решения транспортных задач. Следующим шагом в эволюции ОДД становится банк типовых сценариев, который позволит осуществить выбор максимально приближенного с последующей корректировкой. Одним из таких сценариев является переход на пополосное управление. Инструмент «Сервисная полоса» позволит участникам дорожного движения на дорогах общего пользования получать приоритет. Как следствие, будет реализовано эффективное функционирование транспортно-дорожного комплекса путем обеспечения требуемой мобильности населения.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система (ИТС), организация дорожного движения, сервисы ИТС, сервисная полоса ИТС, высокоавтоматизированное транспортное средство (ВАТС).

Для цитирования: Жанказиев С.В. Короткова Ю.А. Сервисная полоса ИТС // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2023. №2 (36).

Original article

ITS Service Lane

Sultan V. Zhankaziev¹, Juliya A. Korotkova²

^{1,2} Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI),
Moscow, Russia

¹sultanv@mail.ru

²yuliya_korotkova_1985@mail.ru

Abstract. The processes of formation of services of intelligent transport systems (ITS) imply certain evolutionary stages in the field of traffic management (ODD). Qualitative evolution consists in the transition to dynamic design. At the moment, the digital double of ASUDD is functioning. In the field of traffic light control, the concept of a digital twin allows you to adjust the operation of traffic light objects in real time, finding effective solutions to transport problems. The next step in the evolution of the ODD is a bank of typical scenarios, which will allow you to choose the most approximate with subsequent adjustment. One of these scenarios is the transition to band-by-band management. The Service Lane tool will allow road users on public roads to receive priority. As a result, the effective functioning of the transport and road complex will be implemented by ensuring the required mobility of the population.

Keywords: intelligent transport system (ITS), traffic management, ITS services, ITS service lane, highly automated vehicle (VATS).

For citation: Zhankaziev S.V., Korotkova J.A. ITS Service Lane. Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura. 2023. №2 (36).

Введение

Динамика строительства новых участков дорог не успевает за темпами прироста уровня автомобилизации. Эта проблема особенно остро ощущается в крупных городах. Отдельные участки дорог из-за чрезмерной загруженности не в полной мере обеспечивают потребность на перемещение населения. Архитектурно-планировочные решения городов как правило не позволяют расширять существующую улично-дорожную сеть (УДС). На данный момент стратегической задачей по управлению транспортной мобильностью населения является увеличение пропускной способности уже сформированных участков УДС. Сервисы ИТС – это первый этап на пути к появлению высокотехнологичного уровня развития ИТС в формате Smart City. Появление сервисов ИТС связано с развитием автоматизации транспортных средств и оптимизации управления транспортным комплексом и базируется на основе функции подключенности пользователей к платформе сервисов.

Под автоматизацией транспортных средств понимается модернизация и усовершенствование транспортных средств путем внедрения технологий для полного или частичного контроля над управлением транспортным средством.

Оптимизация управления транспортным комплексом через ИТС должна осуществляться с помощью внедрения технологий организационного управления транспортной системой с использованием современных информационных, телекоммуникационных и телематических технологий.

Проблема заторов на автомагистралях, связанная с маятниковой миграцией населения, решается локальными методами ОДД путем ввода реверсивных полос. Для решения такой задачи на ситуационном уровне предлагается рассмотреть проект по внедрению «сервисной полосы». Этот проект позволит перейти от концепции управления всем транспортным потоком (ТП) по направлениям к пополосному управлению, обеспечивающему реализацию индивидуальной мобильности населения [1, 2].

Описание сервиса

Сервис ориентирован на беспилотные транспортные средства, ВАТС и подключенные к цифровой платформе автомобили. Базовыми элементами работы данного сервиса являются: оператор перевозок, участники дорожного движения (УДД) как объекты приоритета (ОП) и орган, выполняющий контрольно-надзорную деятельность. В соответствии с национальным стандартом «Интеллектуальные транспортные системы. Подсистемы обеспечения приоритетного проезда транспортных средств» под ОП понимается конкретный участник дорожного движения, которому необходимо предоставить приоритет за счет работы подсистемы обеспечения приоритетного проезда.

Сервис по предоставлению приоритетного права проезда дает возможность осуществлять полный контроль над дорожно-транспортной системой (ДТС) для достижения наилучших показателей в области организации и БДД и включает в себя ряд подсистем:

- заявочный режим движения;
- определение приоритета в реальном времени клиентской группы на участке дороги;
- разделение потока на клиентские группы.

Заявочный режим перемещения всех мобильных объектов позволяет конструктивно определять спрос на сервис в конкретные и прогнозируемые периоды времени. Разделение потока на клиентские группы способствует оперативному определению приоритета поездки.

Основным критерием для предоставления права преимущественного проезда является ДТС в заданный и прогнозируемый период времени. Как правило, приоритет ТС определяется по умолчанию, однако при переходе на сервисное обслуживание эту услугу можно приобрести. Это означает переход к технологии управления мобильностью на основе сервисного подхода. Запрос на приоритезацию может быть централизованным и децентрализованным. При централизованной организации запрос на приоритетный проезд должен быть сформирован или передан в модуль АСУДД с помощью соответствующих систем диспетчеризации ТС или модуля подключенных, высокоавтоматизированных и беспилотных ТС [3]. При децентрализованной организации запрос на приоритетный проезд должен быть сформирован непосредственно ТС и передан в модуль АСУДД с помощью дорожных контроллеров.

Такой переход к сервисному решению позволяет оперативно определить ОП в транспортной системе. С развитием технологий на транспорте транспортная сеть преимущественно будет состоять из «умных» автомобилей, которые осуществляют более безопасное движение и позволяют комфортнее пользоваться сервисами ИТС. При условии «взаимодействия» ТС с инфраструктурой появляется внутренняя телематика. Пользователь, загрузив исходные данные о поездке (маршрут, личные

данные, временные ограничения) на цифровую платформу, получает возможные границы, в пределах которых он сможет применить сервис.

Сервисный сценарий

На участке дороги возникает плотный ТП, где есть автовладельцы разного уровня настроенности:

- выполняющие маршрутную задачу;
- выполняющие целевую задачу;
- опаздывающие.

Для водителей, выполняющих маршрутную задачу, главное – добраться в пункт назначения вовремя, без задержек в пути. Водителям, выполняющим целевую задачу, необходимо добраться из начальной точки в пункт назначения без дорожно-транспортных происшествий (ДТП), независимо от времени в пути. Для водителей, которые опаздывают в определенный пункт назначения к определенному времени, важно добраться как можно скорее. Эта категория водителей чаще всего нарушает правила дорожного движения (ПДД), что является причиной снижения БДД на дороге.

В моменты, когда коэффициент загрузки и плотность ТП на участке дороги приводят к значительному снижению средней скорости ТП, становится возможным и необходимым подключить сервис. Оператор, анализируя текущую ситуацию в режиме реального времени, принимает решение о запуске сервиса, прогнозируя при этом время его работы (рис. 1).

До УДД доводится информация о запуске сервиса, предоставляющего возможность проезда сложного участка дороги на платной основе без потери времени. После информирования клиенты могут подключить сервис, который позволит им поддерживать максимально допустимую скорость и прибыть в пункт назначения в расчетное время. Потенциальный клиент заказывает сервис, и после его оплаты может воспользоваться приоритетом.

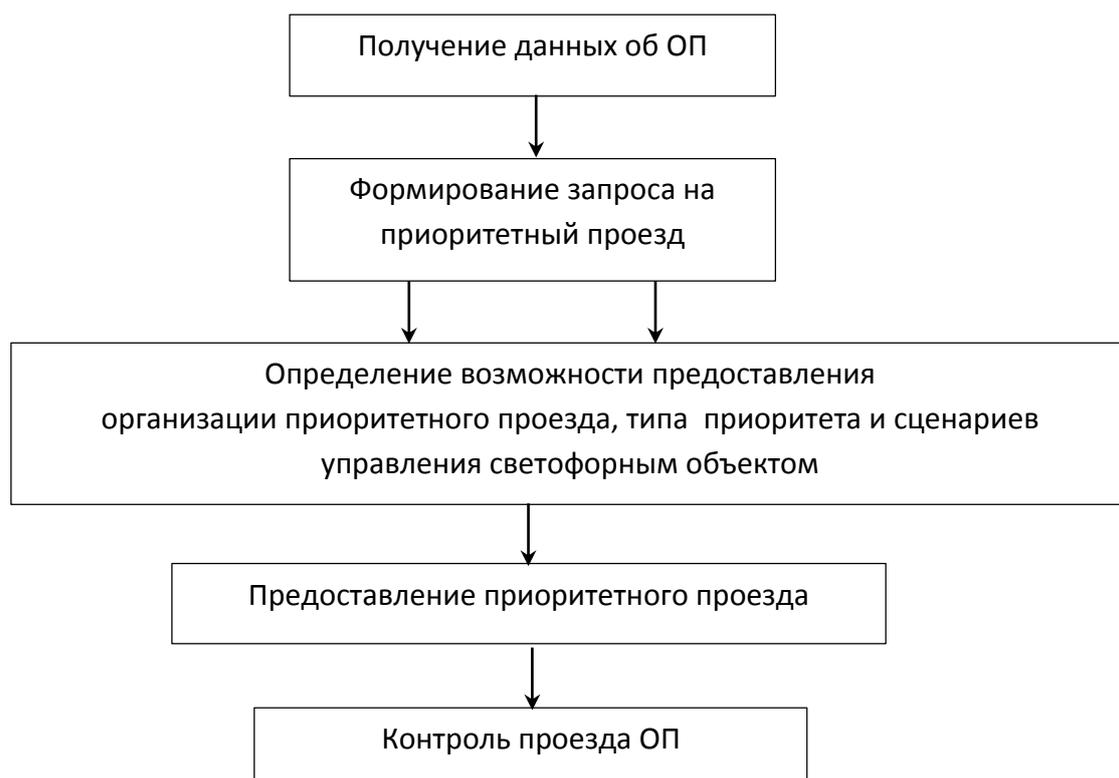


Рис. 1. Схема организации сервиса по предоставлению приоритета

Крайняя левая полоса высвобождается для клиентов, оплативших услугу, а остальные автомобили перестраиваются на соседние полосы. С помощью динамических информационных табло (ДИТ) и знаков переменной информации (ЗПИ) участники движения получают информацию о работе сервиса, а также о чрезвычайных ситуациях или изменениях на дороге. При этом камеры фото-видео фиксации отмечают автомобили, которые не оплатили сервис, но перемещаются в крайней левой полосе. На этом этапе появляется управление дорогой по полосам движения [8].

Результатом работы сервисной полосы становится увеличение средней скорости ТП, повышение суммарной фактической пропускной способности дороги и уровня БДД на рассматриваемом участке.

Для качественной работы этого сервиса необходимо рассматривать проекты организации дорожного движения (ПОДД) в формате ситуационного проекта организации дорожного движения. Отличительной

особенностью от привычного ПОДД становится требование по внесению изменений в момент, когда приближается время для возможности заказа сервиса. Также необходимо внести изменения в части нормативных документов, связанных с ОДД [4, 7, 9]. Предлагаемый проект знака, обозначающий «Сервисную полосу» представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Проект знака «Сервисная полоса»

Знаки необходимо будет устанавливать после каждого съезда на соответствующий участок дороги, чтобы информировать УДД о возможном функционировании сервиса. Мобильное приложение (карты и т.д.) и ЗПИ будут информировать о наличии/отсутствии сервиса.

В дополнение к новому знаку предлагается переосмыслить понимание существующей горизонтальной разметки 1.9 – двойная прерывистая, и применять ее не только для обозначения полос с реверсивным движением, но и для обозначения сервисной полосы. Предполагается, что выехать на полосу можно будет только в начале сервисной полосы, но съехать можно будет в любой момент. В ситуации, когда сервис не работает, эта полоса по функционалу равноправна с другими.

Зарубежный опыт

В США существуют «High-Occupancy Vehicle (HOV) lanes», что в переводе означает «полосы движения транспортных средств с высокой заполняемостью» [5]. Эти полосы похожи на предлагаемый сервис, однако они работают на постоянной основе, как и платные дороги. HOV-lanes – это специально отведенные полосы движения, которые могут использоваться ТС,

перевозящими двух или более человек, или другими конкретными типами ТС, такими как лицензированные такси и мотоциклы. В Онтарио под движение HOV отведены крайние левые полосы с обозначением знаками и разметкой на проезжей части и тротуарах (рис. 3).



Рис. 3. Знак HOV

Горизонтальная разметка представляет собой ромбовидные элементы (алмазная разметка) и полосатую буферную зону, отделяющую полосу движения HOV от других полос движения (рис. 4). Въезжать и выезжать с полос движения HOV можно только в специально отведенных местах, которые обычно доступны каждые два-четыре километра. Места съезда/заезда обозначены дорожными знаками, прерывистыми линиями и алмазной разметкой.

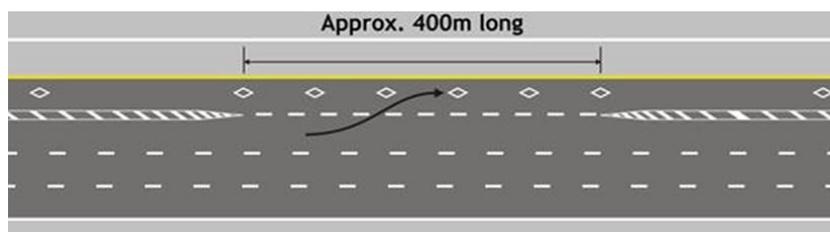


Рис. 4. Разметка HOV-lanes

Если ТС не соответствует требованиям HOV-lane, необходимо сменить полосу движения до начала HOV-lane. Когда полоса HOV заканчивается, другой транспорт может свободно перейти на крайнюю левую полосу.

При наличии не менее двух человек (включая водителя) в салоне по полосе HOV могут осуществлять движение следующие типы ТС:

- легковой автомобиль;
- фургон или легкий грузовик;
- коммерческий грузовик длиной менее 6,5 метров с полной массой 4500 кг или менее;
- транспортное средство, буксирующее прицеп с комбинированным транспортным средством-прицепом длиной менее 6,5 метров.

К транспортным средствам, имеющие право использовать полосы движения HOV в любое время, независимо от того, сколько пассажиров они перевозят, относят:

- автобусы всех типов;
- лицензированные трансферы;
- буксируемые автомобили;
- спецтранспорт;
- мотоциклы.

HOV-полосы охраняются сотрудниками полиции провинции. Если владельца ТС уличат в неправильном использовании полосы движения HOV, например, при недостаточном количестве людей в автомобиле, водителю может грозить штраф в размере 110 долларов.

Кроме HOV-полос, в США пользуется популярностью, сопутствующей ему сервис HOT-lanes [6]. Он предоставляет возможность людям, едущим в одиночку, платить за пользование этой полосой. HOT-полосы применяются только к существующим полосам HOV и не уменьшают или не увеличивают количество других полос, доступных всем водителям (именуемых «полосами общего назначения»). На участке УДС с такими полосами не вводится ограничений для участников ДД. Плата за использование HOT-полос применяется только к водителям, которые обычно не имеют права использовать полосы HOV.

Применение НОТ-полос позволяет управлять дорожным движением в условиях повышенной загруженности за счет упорядочивания транспортного потока. Процесс упорядочивания осуществляется путем максимизации числа пользователей на полосах движения и поддержания разрешенной средней скорости на данном участке УДС. Как следствие – сниженное количество заторовых ситуаций и рост экологических показателей. Пользователи НОТ-полосы получают реальный инструмент по улучшению своей мобильности в сложившейся системе УДС.

Заключение

Проведенное исследование опыта внедрения сервисных полос, а также научно-исследовательская работа авторов, позволили выявить критерии оценки участков УДС, подходящие для внедрения такого рода сервиса. Необходимыми минимальными условиями ввода «сервисной полосы» является наличие крупного объекта притяжения, куда люди стремятся попасть к определенному моменту времени, например, аэропорт или железнодорожный вокзал. Другим минимально необходимым условием является требование к дорожно-транспортной инфраструктуре – на дороге должно быть две и более полосы движения в одну сторону. Спрос на сервис будет существовать на участках УДС с прогнозируемыми заторами [10].

Специфика предлагаемой услуги в том, что данный сервис будет работать только ситуационно, в отличие от платных дорог. Сервисная полоса приведет к повышению качества транспортного обслуживания, как одного из ключевых факторов повышения транспортной подвижности населения.

Список источников

1. Гаврилюк, М.В. Внедрение сервиса платных полос на вылетных магистралях городов, как способ мобильности участников дорожного движения / М.В. Гаврилюк, Е.А. Шалагина, Н.В. Доленко // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2019. – № 2(20) – с.15.

2. Оптимизация скоростных режимов в условиях города / С.В. Жанказиев, А.И. Воробьев, М.В. Гаврилюк, В.В. Новизенцев // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2021. – № 4 (67). – С. 99-103.
3. Providing Additional Situational Awareness with the Use of V2X Technology to Improve the Reliability of Highly Automated Vehicles / A. I. Vorobyev, M. G. Pletnev, A. A. Koveshnikov [et al.] // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Conference Proceedings, Moscow, 16–18 марта 2021 года. – Moscow, 2021. – P. 9416125. – DOI 10.1109/IEEECONF51389.2021.9416125.
4. Воробьев, А.И. Использование интеллектуальных транспортных систем как инструмента аудита безопасности дорожного движения / А.И. Воробьев, М.В. Гаврилюк, М.Г. Плетнев // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2021. – № 2(65). – С. 81-87.
5. Полосы для движения транспортных средств с высокой заполняемостью, Онтарио: официальный сайт. – URL: <https://www.ontario.ca/page/high-occupancy-vehicle-hov-lanes> (дата обращения: 14.03.2023).
6. HOT-полосы, Онтарио: официальный сайт. – URL: <https://www.ontario.ca/page/high-occupancy-toll-hot-lane> (дата обращения: 14.03.2023).
7. Методические рекомендации по оценке эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и научных достижений научно-технического прогресса / Росавтодор. – Москва, 2021. – 44 с.
8. Управление транспортными потоками в городах: монография / Е.А. Андреева, К. Бёттгер, Е.В. Белкова [и др.]; под общ. ред. А.Н. Бурмистрова, А.И. Солодкого. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 205, [1] с. – (Научная мысль). – ISBN 978–5–16–14 845–8.
9. Жанказиев, С.В. Технические средства для организации и безопасности дорожного движения: учебник / С.В. Жанказиев, В.Я. Буйленко, Ю.А. Короткова. – М.: Техполиграфцентр, 2022. – 208 с. – ISBN: 978-5-94385-198-8
10. Солодкий, А.И. Развитие интеллектуальных транспортных систем в России: проблемы и пути их решения. Новый этап / А.И. Солодкий // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 6. – С. 10–19.

References

1. Gavrilyuk M.V., SHalagina E.A., Dolenko N.V. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2019, no. 2(20), pp. 15.
2. ZHankaziev S.V., Vorob'ev A.I., Gavrilyuk M.V., Novizencev V.V. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2021, no. 4 (67), pp. 99-103.

3. Vorobyev A. I., Pletnev M. G., Koveshnikov A. A. [et al.] 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Conference Proceedings, Moscow, Moscow, 2021, p. 9416125. – DOI 10.1109/IEEECONF51389.2021.9416125.
4. Vorob'ev A. I., Gavrilyuk M. V., Pletnev M. G. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2021, no. 2(65), pp. 81-87.
5. URL: <https://www.ontario.ca/page/high-occupancy-vehicle-hov-lanes>.
6. URL: <https://www.ontario.ca/page/high-occupancy-toll-hot-lane>.
7. Rosavtodor, *Metodicheskie rekomendacii po ocenke effektivnosti ispol'zovaniya v dorozhnom hozyajstve innovacij i nauchnyh dostizhenij nauchno-tekhnicheskogo progressa* (Methodological recommendations for assessing the effectiveness of the use of innovations and scientific achievements of scientific and technological progress in the road sector), Moscow, 2021, 44 p.
8. Andreeva E.A., Bettger K., Belkova E.V., Burmistrov A.N., Gizatullin R.R., Gorev A.E., Dushkin R.V., Zhankaziev S.V., Zharkov A.D., Kolosova T.S., Kuznecov A.V., Kurochkin E.A., Kurcz V.V., Morozov V.P., Proxorov A.V., Solodkij A.I., Shveczov V.L. *Upravlenie transportny`mi potokami v gorodax* (Traffic management in cities), Moscow, INFRA-M, 2019, 206 p.
9. Zhankaziev S.V., Bujlenko V.Ya., Korotkova Yu.A. *Tekhnicheskie sredstva dlya organizacii i bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* (Technical means for the organization and safety of road traffic), Moscow, Tekhpoligrafcentr, 2022, 208 p.
10. Solodkij A. I. *Intellekt. Innovacii. Investicii*, 2020, no. 6, pp. 10–19.

Рецензент В.М. Власов, д-р. техн. наук, проф. МАДИ

Информация об авторах

Жанказиев Султан Владимирович, д-р техн. наук, проф., МАДИ.

Короткова Юлия Александровна, канд. техн. наук, доц., МАДИ.

Information about the authors

Zhankaziev Sultan V., Dr. Sc., professor, MADI.

Korotkova Juliya A., Ph.D., associate professor, MADI.

Статья поступила в редакцию 06.04.2023; одобрена после рецензирования 24.04.2023; принята к публикации 10.05.2023.

The article was submitted 06.04.2023; approved after reviewing 24.04.2023; accepted for publication 10.05.2023.