

10. Furman V.V., Kossov E.E. Utility model patent No. 2207441 Publ. 27.03.2003 Byul. No. 14 method of feeding gas diesel. The applicant and the patent holder of JSC "Design and production Enterprise Dieselavtomatika".

11. GOST 27577-2000 Compressed natural fuel gas for internal combustion engines. Moscow: Publishing House of Standards, 2001. -8 p.

## SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF THE NEED AND POSSIBILITY OF USING GAS FUEL BY AGRICULTURAL MACHINERY

Magomedov R.V.<sup>1</sup>, Magomedov F.M.<sup>1</sup>, Melikov M.I.<sup>1</sup>, Minatullaev Sh.M.<sup>1</sup>, Belts A.F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FGBOU VO "Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov", Makhachkala

<sup>2</sup>FGBOU VO "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin," Krasnodar

The use of liquefied and compressed types of natural gas as motor fuel for mobile car engines, as well as the functionality of their conversion, is considered.

The scientific validity of the alternative use of natural gas for mobile agricultural machines is presented.

The ever-increasing environmental awareness and the need to reduce emissions of harmful substances, as well as reduce dependence on fossil resources, makes the issue of efficient use of fuel in agriculture relevant.

The analysis of modern environmental problems and the need for sustainable development require a focus on the efficiency of gas fuel as an alternative and environmentally friendly energy source.

Various aspects of the technical feasibility of using gas fuel are considered.

The results of studies based on the comparison of the efficiency of gas fuel with traditional fuels in the agricultural machinery sector are presented, which allow us to conclude about its potential in increasing the sustainability and efficiency of agricultural production, about the need to prepare recommendations for the development and implementation of systems that promote the use of gas fuel in the agricultural machinery complex.

УДК 629.113: 656.025.2

## РАЗВИТИЕ УМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

**Макарова И.В.<sup>1</sup>, Мухаметдинов Э.М.<sup>1</sup>, Габсалихова Л.М.<sup>1</sup>, Бойко А.Д.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
г. Набережные Челны

Аннотация. Цифровой век открывает новые возможности в сфере транспорта. Развитие умных транспортных систем будущего заключается в создании

систем управления транспортом, расширении парка автономных автомобилей и обеспечении их надёжной и безопасной работы.

В статье представлена концепция интеллектуального сервиса пассажирских перевозок под названием «Социальная мобильность по запросу», которая предоставляет персонализированные услуги, адаптированные к особым потребностям пассажиров, с использованием списка вариантов проезда в режиме реального времени для каждого запроса пассажира. Система позволяет пассажирам выбрать приемлемый вариант с помощью набора опций, а операторам оптимально распределить транспортные средства для разных типов поездок: такси, маршрутное такси и микроавтобус. Такое рациональное планирование поездок снизит нагрузку на дорожную сеть, а также негативное воздействие на окружающую среду. Для решения вопросов надёжности и поддержания автомобиля в технически исправном состоянии при проектировании умной мобильности рассматривается концепция взаимодействия между системой фирменного сервиса и производителем автомобилей путём создания единого информационного пространства.

Ключевые слова: мобильность, умный город, автономные транспортные средства, фирменная система обслуживания.

## **1. Введение**

Современное развитие экономики страны невозможно без создания высокоэффективного транспортного сектора. По мере роста современных городов усугубляются проблемы, создаваемые транспортной системой: пробки и заторы, трудности с мобильностью населения и логистикой, загрязнение среды. К этому добавляется нехватка парковочных мест, проблемы экономического и инфраструктурного развития отдалённых районов, что является последствиями нерационального развития транспортной системы. По мнению аналитиков, решить многие из этих проблем могут автономные транспортные средства.

Одна из нерешённых проблем в сфере пассажирских перевозок является доставка пассажиров к местам тяготения, не обеспеченным маршрутным транспортом (например, поездки на работу, учёбу, места лечения и досуга), которые характеризуются пиковым спросом (перемещением больших групп людей в определенное время). Поскольку при этом маршрутный транспорт будет неэффективен, а индивидуальные поездки приведут к росту трафика, совместные поездки по запросу будут оптимальными.

Ещё одной проблемой, связанной с ростом численности интеллектуальных автомобилей является организация контроля их технического состояния, которую можно решить в рамках системы фирменного сервиса на основе информации об отказах во время эксплуатации. В статье рассмотрена концепция взаимодействия системы фирменного сервиса и производителя путём создания единого информационного пространства для реализации концепции умной мобильности.

## **2. Развитие интеллектуальной мобильности**

Транспортные системы стали умными одними из первых, что означает интеллектуализацию практически всех подсистем и процессов в них. В первую очередь это касается сервисов, реализующих взаимодействие пользователя с транспортной системой для удовлетворения потребностей в мобильности и транспортировке товаров. Второе направление - создание умных объектов (транспортных средств и инфраструктурного оборудования). Наконец, третья область — это внедрение интеллектуального управления, включая оптимизацию трафика, безопасность и устойчивость процессов и систем.

Поскольку городская мобильность и сами города в обозримом будущем станут умными, необходимо изучение влияния беспилотных автомобилей на безопасность и устойчивость транспортных систем городов разных по масштабу, по конфигурации и по площади [1]. Для умного города целью общественного транспорта является не просто перемещение людей, а обеспечение мобильности удобной для жизни [2]. Авторами научных статей предлагается новый подход к общественному транспорту, обеспечивающему динамичное движение по запросу с помощью эффективных алгоритмов планирования и управления. Общественный транспорт может быть более эффективным благодаря пониманию изменчивости схемы поездок основываясь на данных о транзакциях со смарт-картами.

Умные города можно рассматривать как крупномасштабные киберфизические системы, которые используют данные, собранные различными датчиками, для улучшения городской жизни, в частности, для эффективного управления дорожным движением на основе данных, полученных от интеллектуальных систем для выявления и предотвращения опасных ситуаций в режиме реального времени [3]. Интеллектуальная система общественного транспорта для умных городов обеспечит надежную поддержку анализа и визуализации данных за счет модулей визуальной аналитики, таких как (а) анализ расписания; (б) анализ регулярности движения автобусов; и (с) анализ сведений о пассажирах, а также позволит фиксировать данные о точных маршрутах, фактических поездках, сборах билетов по маршруту и по времени, простоях автобусов.

### **2.1. Мобильность как услуга и мобильность по требованию**

Цифровая эра открыла новые возможности для улучшения обслуживания клиентов за счет развития интеллектуальных технологий предоставления персонализированных услуг пассажирам общественного транспорта. Эта область бизнеса для бронирования путешествий называется мобильностью как услугой (MaaS). В настоящее время разрабатываются автомобильные сервисы точка-точка, такие как Uber, Lyft, BlaBlaCar и Ry-dHero (для детей), которые в будущем планируют работать с автономными транспортными средствами. В то же время, традиционные автобусные перевозки останутся в тех сегментах, где рынок Smart MaaS затруднен или неактуален (например, школьные автобусы). Авторы статьи [4] предполагают, что гибридные мультимодальные перевозки будут развиваться в двух сегментах: на основе существующих технологий по кон-

тракту, а также по индивидуальным запросам на основе MaaS, рынок которых будет расширяться.

Интернет-транспорт сочетает в себе самые последние достижения в области транспорта с технологиями онлайн-коммуникаций для обеспечения удобства общества. Заказать перевозку онлайн можно в любое время и из любого места. Концепцию Smart Mobility можно применить к онлайн-транспорту, особенно к онлайн-мототакси, таким как Go-Jek и Grab a Bike [5]. MaaS вызывает растущий интерес к транспортному сектору, но неопределенности, такие как технологическая осуществимость, будущий спрос и готовность ключевых заинтересованных сторон к сотрудничеству, могут препятствовать его реализации.

## **2.2. Бортовые системы диагностики**

Набор функций бортовых интеллектуальных систем может быть различным, например, средства информирования водителя, оказания помощи при инцидентах, связи с диспетчером и операторами сервиса, а также контроля состояния автомобиля. Бортовая система диагностики незаменима для обеспечения доступности, безопасности и защищенности, особенно в автономных транспортных средствах и автоматизированных мобильных машинах [6].

Интеллектуальные бортовые системы, такие как системы помощи водителю ADAS помогают водителю транспортного средства в управлении, в то время как беспилотные автомобили перемещаются по дорогам автономно, без какого-либо контроля со стороны человека [7]. Эти системы оснащены многочисленными датчиками. По мнению исследователей, снижение роли человеческого фактора в процессе управления большими системами приведет к снижению риска возникновения инцидентов, которые в условиях больших городов и мегаполисов вызывают серьезные последствия [8]. Мониторинг состояния и бортовая диагностика электродвигателя электромобиля необходимы во избежание отказов. Электромобили осуществляют детальный мониторинг и управление с помощью датчиков по шине CAN. Некоторые из этих данных доступны пользователям по шине бортовой диагностики версии II (OBDII), что дает возможность сбора высокочастотных данных [9]. В статье [10] описывается платформа IoT для службы точного позиционирования для высокоавтономного вождения, которая объединяет IoT с совместными технологиями, протоколами и алгоритмами ITS для достижения высокоточной локализации для будущих автономных транспортных средств.

Дистанционный мониторинг технического состояния включает использование систем V2I для формирования и применения индивидуальных систем ТО и Р. Информационная модель V2I, разработанная в [11], характеризуется цифровым полем транспортного средства, ограниченным нормативными правилами, средствами мониторинга параметров технического состояния и компонентами инфраструктуры для мониторинга каждого транспортного средства. Система основана на общем подходе к исследованию системы «Транспортное средство - Водитель - Условия эксплуатации - Инфраструктура эксплуатации транспортного средства».

### 3. Результаты и обсуждение

#### 3.1. Концепция системы мобильности по требованию

Предлагаемая система поддержки принятия решений (СППР) сочетает в себе свойства традиционных маршрутных перевозок и мобильности по требованию. Отличие заключается в том, что реализован алгоритм максимальной загрузки автомобиля, что возможно при наличии заказов на проезд в определенное время из пункта А в пункт Б. Клиенты могут оформить как предварительный, так и срочный заказ для физического лица или совместную поездку. В заказе указываются основные данные, а также дополнительные опции: наличие детского кресла, кондиционера, багажа и допустимое количество пассажиров для совместной поездки. Группа пассажиров формируется по конечной точке маршрута с учётом даты и времени поездки. Алгоритм определяет оптимальный маршрут до пункта назначения в соответствии с информацией о клиентах, размещённой на интерактивной карте города, а также рассчитывает стоимость поездки для каждого клиента на маршруте с учётом параметров его заказа, после чего маршрут отображается на карте города вместе с описанием критериев. С точки зрения масштабируемости оптимальным вариантом архитектуры СППР будет клиент-серверное приложение с автономным сервером централизованной базы данных и сервером математических расчётов. Концептуальная схема СППР представлена на рисунке 1а, а визуальное представление ее архитектуры - на рисунке 1б.



Рисунок 1. А – концептуальная схема СППР, В – движение информационных потоков

Целевая функция математической модели минимизирует количество свободных мест во всех транспортных средствах за весь период работы:

$$\sum_{i=1}^{JC} \sum_{s=2}^{SC} \left[ IV_i \times \sum_{g=1}^{JC^2 \times ZC \times TFC} X_g^{i,c} + \sum_{a=1}^{KC} \sum_{k=1}^{KC} \left( \sum_{g=1}^{QC} (GV_g - GP_g) \times GK_{k,g} \times X_g^{i,s} \right) \right] + \sum_{i=1}^{JC} \left[ IV_i \times \sum_{g=1}^{JC^2 \times ZC \times TFC} X_g^{i,1} \right] \rightarrow \min \quad (1)$$

где: КС – количество категорий пассажиров, k – его регистратор: k=1...КС; JC – количество объектов, участвующих в создании маршрутов руле-

ния,  $j$  – его регистратор:  $j=1 \dots JC$ ;  $TFC$  – количество моментов времени;  $SC$  – максимальное количество объектов, которое может быть посещено транспортным средством в рабочие периоды;  $IC$  – количество такси на маршрутах,  $i$  – его регистратор:  $i=1 \dots IC$ ;  $IV_i$  – общее количество мест в  $i$ -м такси;  $ZC$  – количество заказов за рабочий период,  $z$  – его регистратор:  $z=1 \dots ZC$ ;  $ZP_{z,j} = \{0;1\}$  – матрица, определяющая операцию посадки пассажира порядка  $z$  на объект  $j$ .  $ZV_{z,j} = \{0;1\}$  – матрица, определяющая операцию посадки пассажира порядка  $z$  на объект  $j$ .  $ZV_{z,j,k}$  – количество пассажиров  $k$  категории на объекте  $j$  по  $z$  заявке, садящихся или выходящих из такси.  $GP_g$  – вектор, определяющий попадание в операцию  $g$ , включает данные из  $ZP_{z,j} = \{0;1\}$ .  $GV_g$  – вектор, определяющий исход операции  $g$ , включающий данные из  $ZV_{z,j} = \{0;1\}$ .  $GK_{k,g}$  – вектор пассажиров  $k$  категории на объекте  $j$  для  $z$  запроса, садящихся или выходящих из такси, включая данные из  $ZV_{z,j,k}$ .  $GC$  – вспомогательный массив, представляющий собой специально упорядоченный вектор для уменьшения размерности требуемого параметра. Получается путем обработки исходных данных и имеет размерность, рассчитанную по формуле:

$$GC = JC^2 \times ZC \times TFC + JC \times TC \quad (1)$$

Первый элемент формулы (2) определяет все возможные комбинации объектов ввода/вывода, запросов и времени. Второй элемент описывает «пустые поездки» до или после запроса.

Альтернативной целевой функцией может быть минимизация непроизводительного времени при посадке и высадке или опоздании пассажиров, времени ожидания пассажиров или их отсутствия в пункте посадки. Система ограничений включает в себя ограничения по: желаемому параметру, времени, маршруту, количеству пассажиров, а также полноте выполнения заказа. Целью предварительного планирования автопарка является минимизация общего количества транспортных средств, перевозящих пассажиров, и общего пробега.

### **3.2. Концепция единого информационного пространства при расширении парка интеллектуальных автотранспортных средств**

По прогнозам аналитиков и анализу мнений потребителей, концепция беспилотных транспортных средств будет реализована прежде всего в грузовой логистике. При этом важно понимать, что, в отличие от легковых автомобилей, обслуживать современный грузовик в небольшом гараже практически невозможно. Это усугубляется отсутствием достоверной информации об отказах и причинах их возникновения, которая будет накапливаться только в системе фирменного сервиса (рисунок 2).

Поскольку, даже с добавлением датчиков и других интеллектуальных компонентов, автомобиль по-прежнему представляет собой сложную техническую систему, то значительная часть технологий, используемых при ТО и ТР, останется прежней. Кроме того, в течение значительного времени умные автомобили останутся лишь небольшой частью автопарка. Однако, несмотря на все эти факторы, необходимо заранее подготовить инфраструктуру, как для организации транспортного процесса, так и для поддержания автопарка в исправном, безопасном и надёжном состоянии. Организация единого информационного пространства поз-

волит быстро выявлять и решать проблемы. При адекватном подборе датчиков и улучшении бортовой диагностики это позволит определить параметры износа и спрогнозировать момент вероятного отказа системы автомобиля.



Рисунок 2 – Единое информационное пространство производителя транспортных средств

#### 4. Заключение

Цифровизация всех сфер деятельности открывает новые возможности для автомобильной отрасли: новые формы владения и использования личных автомобилей, оптимизация маршрутизации и вождения, мобильные технологии помощи водителю, умные услуги для работы пассажирского транспорта, персонализированные транспортные услуги по запросу, учитывающие индивидуальные потребности каждого пассажира. Все эти разработки направлены на повышение устойчивости и безопасности транспортной системы. При этом следует помнить, что автомобиль остаётся сложной технической системой, поэтому необходимо совершенствовать системы сервиса для того, чтобы обеспечить поддержание его в работоспособном состоянии и обеспечить бесперебойную эксплуатацию. На наш взгляд только комплексные решения, основанные на актуальной информации и едином информационном пространстве, дадут положительный эффект.

#### Список использованных источников

- 1 Richter, M.A., Hagenmaier, M., Bandte, O., Parida, V., Wincent, J. Smart cities, urban mobility and autonomous vehicles: How different cities needs different sustainable investment strategies / Technological Forecasting and Social Change, 2022. Vol. 184. 121857
- 2 Kuo Y-H., Leung, J. M.Y, Yan, Y. Public transport for smart cities: Recent innovations and future challenges / European Journal of Operational Research, 2023, Vol. 306, Issue 3, pp. 1001-1026.

- 3 Gupta B.B., Gaurav, A, Caño Marín, E., Alhalabi, W. Novel Graph-Based Machine Learning Technique to Secure Smart Vehicles in Intelligent Transportation Systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2023, Vol. 24, Iss. 8.
- 4 Hensher, DA. Future bus transport contracts under a mobility as a service (MaaS) regime in the digital age: Are they likely to change? / *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2017, 98: 86-96.
- 5 Djajasinga, N.D. The Smart Mobility Concept by Developing Online-Based Transportation Information and Communication Technology for Sustainable Transportation / *International Journal of Artificial Intelligence Research*, 2020, Vol 6 (1). pp. 1-7.
- 6 Subke, P., Mayer, J. The Future of OBD: Enhanced On-Board Diagnostic System with Remote Access, 2022, paper 2022-01-0114
- 7 Njoku, J.N., I Nwakanma, C.I., Amaizu, G.C, Kim, D-S. Prospects and challenges of Metaverse application in data-driven intelligent transportation systems / *IET intelligent transportation systems*. 2023, Vol.17. Issue. 1, pp. 1-21/
- 8 Gabsalikhova, L., Makarova, I., Fatikhova, L., Belyaev, E., Shepelev, V. Connected vehicles fleet expanding problems. 6th International conference on vehicle technology and intelligent transport systems, Virtual, Online, 02–04 мая 2020 года. *VEHITS 2020*. Стр. 642-650.
- 9 Swapnil, G. Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Induction Motor in Electric Vehicle. *Machines, Mechanism and Robotics*. 2021, pp 531–537.
- 10 Datta, S K et al. (2018) IoT Platform for Precision Positioning Service for Highly Autonomous Vehicles. *22nd Int Comp Sc and Eng Conf*. pp.1-6.
- 11 Zhang, J et al. (2017) Fault Diagnosis for Electric Drive Systems of Electrified Vehicles Based on Structural Analysis. *IEEE Trans on Veh Tech* 66(2). pp.1027-1039.

#### References

- 1 Richter, M.A., Hagenmaier, M., Bandte, O., Parida, V., Wincent, J. Smart cities, urban mobility and autonomous vehicles: How different cities needs different sustainable investment strategies / *Technological Forecasting and Social Change*, 2022. Vol. 184. 121857
- 2 Kuo Y-H., Leung, J. M.Y, Yan, Y. Public transport for smart cities: Recent innovations and future challenges / *European Journal of Operational Research*, 2023, Vol. 306, Issue 3, pp. 1001-1026.
- 3 Gupta B.B., Gaurav, A, Caño Marín, E., Alhalabi, W. Novel Graph-Based Machine Learning Technique to Secure Smart Vehicles in Intelligent Transportation Systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2023, Vol. 24, Iss. 8.



- 4 Hensher, DA. Future bus transport contracts under a mobility as a service (MaaS) regime in the digital age: Are they likely to change? / *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2017, 98: 86-96.
- 5 Djajasinga, N.D. The Smart Mobility Concept by Developing Online-Based Transportation Information and Communication Technology for Sustainable Transportation / *International Journal of Artificial Intelligence Research*, 2020, Vol 6 (1). pp. 1- 7.
- 6 Subke, P., Mayer, J. The Future of OBD: Enhanced On-Board Diagnostic System with Remote Access, 2022, paper 2022-01-0114.
- 7 Njoku, J.N., I Nwakanma, C.I., Amaizu, G.C, Kim, D-S. Prospects and challenges of Metaverse application in data-driven intelligent transportation systems / *IET intelligent transportation systems*. 2023, Vol.17. Issue. 1, pp. 1-21.
- 8 Gabsalikhova, L., Makarova, I., Fatikhova, L., Belyaev, E., Shepelev, V. Connected vehicles fleet expanding problems. 6th International conference on vehicle technology and intelligent transport systems, Virtual, Online, 02–04 may, 2020. *VE-HITS 2020*. Стр. 642-650.
- 9 Swapnil, G. Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Induction Motor in Electric Vehicle. *Machines, Mechanism and Robotics*. 2021, pp 531–537.
- 10 Datta, S K et al. (2018) IoT Platform for Precision Positioning Service for Highly Autonomous Vehicles. 22nd Int Comp Sc and Eng Conf. pp.1-6.
- 11 Zhang, J et al. (2017) Fault Diagnosis for Electric Drive Systems of Electrified Vehicles Based on Structural Analysis. *IEEE Trans on Veh Tech* 66(2). pp.1027-1039.

## DEVELOPMENT OF SMART TRANSPORT SYSTEMS

Makarova I.V.<sup>1</sup>, Mukhametdinov E.M.<sup>1</sup>, Gabsalikhova L.M.<sup>1</sup>, Boyko A.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kazan (Volga Region) Federal University", Naberezhnye Chelny

**Abstract:** The digital age opens up new opportunities in the field of transport. The development of smart transport systems of the future consists of creating transport management systems, expanding the fleet of autonomous vehicles and ensuring their reliable and safe operation.

The article presents the concept of an intelligent passenger transportation service called “Social Mobility on Demand”, which provides personalized services tailored to the specific needs of passengers using a list of travel options in real time for each passenger request. The system allows passengers to choose an acceptable option using a set of options, and operators to optimally distribute vehicles for different types of trips: taxi, minibus and minibus. Such rational travel planning will reduce the load on the road network, as well as the negative impact on the environment.

To solve issues of reliability and maintaining the car in technically sound condition when designing smart mobility, the concept of interaction between the branded

service system and the car manufacturer is considered by creating a single information space.

Keywords: mobility, smart city, autonomous vehicles, proprietary service system.

УДК 656.13.07

## **ПУТИ СНИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ГРУЗОВ В МЕЖДУНАРОДНОМ СООБЩЕНИИ**

**Мячкова С.В.**

К.т.н., генеральный директор ООО Логистический Центр «FORWARD»,  
г. Челябинск

Аннотация. В статье дается целый ряд рекомендаций и комплекс готовых решений по сокращению транспортно-логистических затрат в себестоимости товаров народного потребления, перемещаемых через границу Российской Федерации и Китая. Автор предлагает практическое применение разработанной транспортно-технологической схемы доставки груза различными видами транспорта – автомобильным, железнодорожным и морским. В статье дана критическая оценка работы транспорта в международном сообщении. Схематически предложены пути создания коридоров в международном сообщении, а также привлечено внимание к проблеме сбора статистических данных для не допущения ошибки при разработке Транспортной стратегии Российской Федерации на ближайшие 10 лет. Для решения поставленных задач и достижения цели необходимо совершенствование законодательной базы, расширение «узких мест» в транспортно-логистическом комплексе страны и в взаимодействие министерств транспорта различных стран.

Ключевые слова: логистические издержки, сокращение затрат, контейнерные перевозки, морские-, железнодорожные -, автомобильные грузоперевозки.

В настоящее время в мире происходят глобальные изменения, которые коснулись всех сфер деятельности, в том числе и международные грузоперевозки. Когда весь мир столкнулся с пандемией и санкциями, а также вызванными ими ограничениями, многие крупные логистические транспортные компании решили на этом заработать, не взирая на то, что повышение морского фрахта примерно в 5 раз, существенно отразится на конечной стоимости товара, а соответственно и на покупательской способности отдельного человека. Более пяти лет эта ситуация выходила за пределы государственного вмешательства.

В настоящее время сложились идеальные условия изменить глобальную экономику, и сделать Российскую Федерацию лидером в международной логистике. Также как в свое время Панамский и Суэцкие каналы позволили сократить срок и стоимость морских перевозок, так и Северный морской путь, может