

Умные дороги и интеллектуальная транспортная система

Д.И. Кривошеин*, А.А. Попов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», пр. Мира 82, г.Красноярск, 660049, Россия

*E-mail: Krivoshein.danya@yandex.ru

Аннотация. В данной работе проведено исследование и обобщение Российского и европейского опыта в использовании интеллектуальных транспортных систем (ИТС) с точки зрения концепции SmartRoads («Умные дороги»). Данная работа отражает информацию о современном уровне и перспективах развития исследуемой области. В статье рассмотрены вопросы: инфраструктуры ИТС, использования «умных» материалов в строительстве дорог, использования солнечной энергии и энергии движения автотранспорта.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, умная дорога, беспилотный транспорт, автоматизация

Smart Roads and Intelligent Transportation System

D.I. Krivoshein*, A.A. Popov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev "
Mira Ave. 82, Krasnoyarsk, 660049, Russia

*E-mail: Krivoshein.danya@yandex.ru

Abstract. This paper studies and summarizes the Russian and European experience in the use of intelligent transport systems (ITS) from the point of view of the concept of SmartRoads ("Smart Roads"). This work reflects information on the current level and development prospects of the research area. The article discusses the following issues: ITS infrastructure, the use of "smart" materials in road construction, the use of solar energy and the energy of vehicle traffic.

Keywords: intelligent transportation system, smart road, unmanned vehicles, automation

1. Введение

Важность развития более многофункциональных проезжих частей в городах подчеркнула важность интеллектуальной инфраструктуры для процесса модернизации. «Умные» городские дороги, возведенные с применением инновационных технологий, позволяют «умной» системе собирать и анализировать данные, чтобы увеличить контроль над всем происходящим на дороге. Датчики, камеры и радары помогают получать и анализировать данные практически в режиме реального времени и использовать их для улучшения ситуации на дороге и организации транспортного потока.

Периферийные вычисления открывают множество возможностей для «умных» дорог. Они уменьшают задержки для аналитики и искусственного интеллекта, которые являются основой «умной» дорожной инфраструктуры. Система светофоров на основе данных датчиков и камер автоматически синхронизирует свою работу, чтобы оптимизировать транспортный поток, или изменить сигнал, чтобы защитить других участников дорожного движения от действий водителей, создающих аварийную ситуацию [1].

Беспилотные автомобили нуждаются в новой умной инфраструктуре, в которой машины смогут получать информацию о проезжей части не только с установленных датчиков на автомобиле, но и с помощью самой дороги, других участников движения, получать электропитание от дорожного полотна. Примером такой инфраструктуры, является интеллектуальная транспортная система (ИТС). Такие системы разрабатывают по всему миру [2].

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) - это телематическая транспортная система, обеспечивающая реализацию функций высокой сложности по обработке информации и выработке оптимальных (рациональных) решений и управляющих воздействий [3].

Умная дорога - это комплексная система, реализующая концепции взаимодействия человека и транспорта с дорогой и самой дороги с окружающей средой, (анализ погодных условий, пробки, использование солнечной энергии и др.), когда в автоматизированном (интеллектуальном) режиме в соответствии с внутренними и внешними условиями задаются и контролируются режимы работы всех инженерных

систем [4]. В данной работе мы принимаем понятия «умная дорога» и интеллектуальная транспортная система тождественными.

Для хорошей работы беспилотному транспорту обязательно нужен быстрый интернет (5G) и специальная инфраструктура, к примеру «умные» светофоры, передающие сигнал по радио или «Умное» дорожное покрытие, анализирующее погодные условия (температура, осадки и другие). А также условия, в которых транспорт может взаимодействовать не только с инфраструктурой, но и с другими автомобилями [5].

Задача решается по двум направлениям:

- Комплексная автоматизация автомобиля;
- Автоматизация отдельных режимов движения транспортного средства (парковка, движение в пробках, перемещение по автомагистрали).

Большой вклад в создании беспилотного транспорта вносят компании, которые изучают и успешно разрабатывают данные технологии: зарубежные - General Motors, Tesla, Google и Huawei. В России научное сообщество МАДИ, Таганрогский университет, государственные «Иннополис», КБ «Аврора» и частный бизнес «Яндекс», КамАЗ. [6].

Дорожное покрытие современного типа является сложной системой. Это совокупность многих подсистем различного назначения. Для более удобной эксплуатации данной системы необходимо наличие автоматизированных высокотехнологичных устройств и программного обеспечения (искусственный интеллект), которые умеют распознавать и анализировать конкретные ситуации, происходящие на проезжей части, и соответствующим образом на них реагировать [7].

В ИТС выделяют три основные группы подсистем:

- Управленческая подсистема (обеспечивает синергетический эффект для всей системы, то есть вырабатывает наиболее рациональные алгоритмы поведения для других подсистем);
- Исполнительская подсистема (действует в соответствии с выработанными алгоритмами);
- Энергетическая подсистема (обеспечивает энергетическую независимость ИТС от внешних носителей).

Конструктивно «Умная» дорога выполняется трёхслойной:

- Первый верхний слой обеспечивает прочность дорожного полотна, не допуская попадания влаги в нижние слои дороги, оборудованные электрооборудованием. В качестве основного материала используют фотоэлементы для аккумуляции солнечной энергии.
- Второй слой обеспечивает контроль и взаимодействие в рамках всего дорожного комплекса системы. Это основная часть полотна, которая делает дорогу «умной». Этот слой защищают дополнительным слоем гидроизоляции.
- Третий слой передает энергию, генерируемую на каждом участке проезжей части, как в единый центр накопления электроэнергии, так и в каждый элемент системы, который в настоящее время в ней нуждается [8].

2. Инфраструктура ИТС

Развитая дорожная отрасль необходима для процветания экономики страны. Сегодня города просто вынуждены меняться из-за быстрой урбанизации, упрощения дорожного движения, уменьшения загрязнения экологической среды и повышения безопасности. Технология «умных» дорог помогает городским и государственным органам власти без промедления решать эти задачи.

Искусственный интеллект может сделать дороги умнее, эффективнее и лучше управляемыми во многих отношениях, от управления дорожным движением до безопасности пешеходов и транспортных средств и до экологического контроля.

За пределами городов наиболее важной информацией для водителей является информация о погодных условиях и состоянии дорожного полотна. Для мониторинга этого состояния на проблемных участках дорог устанавливаются компактные дорожные метеостанции с датчиками температуры воздуха и дорожного покрытия, влажности воздуха, направления и силы ветра. В комплекте с дорожными метеостанциями могут быть установлены камеры, передающие изображение дороги в режиме онлайн. Информация, передаваемая с дорожных метеостанций по каналам GPS или ГЛОНАСС в дорожные службы на основе данных, помогает им быстро и правильно реагировать на изменения дорожных условий. Эта информация наиболее эффективно передается участникам дорожного движения через информационные табло, на которых отображается информация о дорожных условиях для водителей, проезжающих по этой дороге [9].

Широкое применение геоинформационных технологий (ГИС), таких как GPS или ГЛОНАСС, в дорожном строительстве на национальном уровне позволяет собирать данные о состоянии дорог, наличии заправочных станций и сервисных объектах вдоль дороги, а также о другой полезной информации для автомобилистов. Глобальная задача России - создание единой информационной среды технологического взаимодействия (ЕИС ТВ). Концепция такой среды была разработана СИБИНТЕК по поручению Министерства транспорта Российской Федерации [10].

3. «Умные» материалы для дорожной разметки

Энергетическая автономность инфраструктуры в основном обеспечивается за счет использования солнечной энергии. Самой простой и легко реализуемой идеей использования солнечной энергии в настоящее время считается нанесение фотолюминесцентных красок на тротуар. Днем краска поглощает световую энергию, чтобы ночью рассеять свет в окружающую среду. Энергетического заряда хватает более чем на 10 часов, чего более чем достаточно, чтобы дать водителю необходимое освещение в ночное время.

Еще один пример использования лакокрасочных материалов - проект «Dynamic Paint». Когда температура воздуха опускается ниже 0 С, на дорожном покрытии появляются изображения снежинок, окрашенных специальной термочувствительной краской, предупреждающей водителя о гололеде на дороге. Это помогает напомнить участникам дорожного движения об опасности превышения скорости и, как следствие, повышает безопасность [11].

4. Солнечные батареи в качестве дорожного покрытия

В США проект Solar Roadways предлагает перекрыть все автомагистрали страны специальными пластинами, которые являются «умными» солнечными батареями. Использование огромных площадей под дорогами для солнечных батарей позволит отказаться от внешнего электроснабжения дорожной инфраструктуры. Излишки электроэнергии, получаемые от автомагистралей, могут быть использованы в других отраслях народного хозяйства, что снизит нагрузку на окружающую среду за счет частичного или полного отказа от других методов производства электроэнергии (тепловых, атомных и других).

Проезжая часть, покрытая такими панелями, подогревается, уменьшая возможность обледенения дороги в холодный период, подсвечивается в сумерки и

ночью, выводит информацию на табло о дорожной обстановке. Проектировщики также предлагают размещать в «солнечном» покрытии дороги различные коммуникации: например, электрические сети, связь, кабельное телевидение, высокоскоростной интернет [12].

Китай лидирует в технологическом прогрессе, ежегодно демонстрируя миру свои новые технологические разработки. В городе Цзинань провинции Шаньдун строят новую «умную» дорогу, оснащенную солнечными панелями, которые будут заряжать проезжающие по ней автомобили с электрическим двигателем беспроводным способом. Вдоль дороги из солнечных панелей проходят информационные табло, освещение и сервисное электрооборудование [13]

Проекты по постройке умных дорог сегодня реализуются во многих европейских странах. Во Франции разработана и частично возведена дорога Wattway, полностью покрытая солнечными панелями. Правда пока они необходимы только для того, чтобы питать окружающие их фонарные столбы и постройки, однако в перспективе энергия может быть перераспределена и на другие нужды. Уникальную дорогу недавно открыли в Швеции. Она оснащена специальным контактным рельсом, к которому через токоприёмник подключается электрокар. Благодаря этому автомобили могут заряжаться в движении, а в перспективе такую систему предполагают модернизировать до бесконтактной [14]

5. Извлечение энергии движущегося транспорта

Для добычи электричества в мире очень популярны генераторы, работающие на пьезоэффекте. Команда профессора Лэй Цзо изобрела устройство, которое обеспечивает транспорту дополнительную амортизацию и экономит топливо. Разработчики утверждают, что транспорт среднего размера сможет генерировать 100-400 Вт на скорости около 100 км/ч и до 1600 Вт на особенно неровных дорогах.

Собранную электроэнергию направляют в аккумулятор или используют для питания бортовой электроники (как правило, ее энергопотребление находится в пределах 250–350 Вт). Данная разработка снижает нагрузку на генератор автомобиля и экономит топливо [15]

6. «Умный» лежащий полицейский

Компания New Energy Technologies, в штате Мэриленд, США, создала устройство, способное собирать кинетическую энергию движущегося транспорта и

преобразовывать ее в электроэнергию. Пьезоэлектрический генератор, сделанный в виде «лежачего полицейского», хорошо выполняет обязанности «лежачего полицейского» и извлекает из них энергию [16]. Система Motion Power Express концентрирует свободную кинетическую энергию автомобилей в местах ограничения скоростного режима или вынужденной остановки. Представители New Energy надеются, что их разработка станет важной частью контрольных постов, дорожных зон отдыха, заправок, парковок, зон прибытия и зон торможения аэропортов, и прочих подходящих мест.

При опытной апробации установки через нее проехало 650 автомобилей. Выработанной электроэнергии за время работы электричества хватило бы для обеспечения электричеством среднестатистического американского дома в течение целого дня. В другом варианте применения установки хватит для обеспечения электричеством для работы 14-ти-метрового билборда или неоновой вывески на весь день. В любом сценарии использования работа установки уменьшит расходы на оплату электроэнергии, а то и сменить статус потребителя электричества на его производителя [17].

7. Пьезоэлектрические полосы

Российские разработчики предложили альтернативный пример применения кинетической энергии транспорта. Разработчики предложили применять накладные полосы электрогенерирующего дорожного полотна, которые с помощью пьезопреобразователей давления колес транспорта, вмонтированных в покрытие, собирают большое количество электроэнергии для обеспечения автономного освещения проезжей части. Эта технология несет исключительно экономическую целесообразность.

Километр дорожного покрытия выделяет до 500 кв\ч. Проезжая часть или магистраль, как миниэлектростанция, обеспечивающая электричеством себя и все вокруг, освещение проезжей части, информационные табло [18].

7. Заключение

На основе проделанной работы, изученного материала об инновационных технологиях, применяемых в дорожном строительстве, было разобрано понятие «умная» дорога. Также исследование показало, что внедрение «умных технологий» способствует улучшению экологической ситуации в мире. Дорожно-строительная сфера должна развиваться с применением инноваций и современных технологий.

В настоящее время как в Российской, так и в зарубежной практике существует множество прототипов «умных» дорог. Помимо этого, приведенные ранее примеры интеллектуального совершенствования дорожной системы были применены на практике.

Таким образом, тема работы актуальна и имеет практическое значение, что показывает ее значимые перспективы развития. Наиболее перспективными направлениями являются развитие «солнечной» и «пьезоэлектрической» энергетики, поскольку система энергетически автономна. Об эффективности применения свидетельствует динамика развития технологий в этой области, постоянное снижение затрат и улучшение эксплуатационных характеристик фотоэлектрических и пьезоэлементов.

Список литературы

1. Черноусов, И. Дорога ведет пешехода / И. Черноусов // Российская газета. [Электронный ресурс] Режим доступа - <https://rg.ru/2020/06/28/umnye-dorogi-perehody-i-svetofory-testiruiut-v-neskolkih-gorodah-rossii.html>.
2. Тонейан, З.Г. Интеллектуальные информационные системы в транспорте / З.Г. Тонейан, Ю.В. Алтухова // сборнике: Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы материалы докладов III региональной заочной научно-практической конференции «ИИС-2015». Юго-Западный государственный университет. – 2015. – С. 19-21.
3. Анастасов, М.С. Перспективы развития транспортно-дорожного комплекса РФ / М.С. Анастасов, Г.С. Беляков, В.А. Дицкий // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2020. – № 4(94). – С. 39-41.
4. Бородина, Е.С. Дороги будущего — дороги перемен / Е.С. Бородина, С.А. Дергунов, С.А. Орехов // Инновации в науке. – 2014. – № 30-1. – С. 96-109.
5. Второй российский международный конгресс по интеллектуальным транспортным системам // Т-Сomm: Телекоммуникации и транспорт. – 2010. – № S2. – С. 48.
6. Иванов, А.М. Разработка системы межобъектного взаимодействия интеллектуальных транспортных средств / А.М. Иванов, С.С. Шадрин // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. – 2013. – Т. 7. – № 21(124). – С. 74-77.

7. Макарова, И.В. Имитационное моделирование как способ совершенствования управления транспортными потоками / И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин, Д.П. Тихонов, Э.И. Беляев, Д.Ф. Давлетшин // В сборнике: Имитационное моделирование.
8. Теория и практика Седьмая всероссийская научно-практическая конференция, труды конференции в 2 томах. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН; Под общей редакцией С.Н. Васильева, Р.М. Юсупова. – 2015. – С. 186-191.
9. Алтухова, Ю.В. Интеллектуальные системы в транспорте и транспортных компаниях / Ю.В. Алтухова // Проблемы науки. – 2016. – № 5(6). – С. 37-38.
10. ГЛОНАСС-решения группы компаний "М2М ТЕЛЕМАТИКА" обеспечат безопасность пассажиров на транспорте // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2011. – № S2. – С. 24-26.
11. Костянов М.С. Проблемы внедрения интеллектуальной транспортной системы в России / М.С. Костянов, У.А. Александрова, В.В. Кукарцев // Решетневские чтения. – 2011. – Т. 2. – № 15. – С. 600-601.
12. Николаев А.Б. Анализ инновационных решений в развитии интеллектуальных транспортных систем / А.Б. Николаев, С.А. Васюгова // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – 2014. – № 4-1. – С. 103-106.
13. Катунин А.А. Дистанционный контроль параметров технических систем автомобилей в составе ИТС / А.А. Катунин, М.В. Пешехонов // Автомобиль и Электроника. Современные Технологии. – 2013. – № 2(5). – С. 114-118.
14. Национальная программа модернизации и развития автомобильных дорог Российской Федерации до 2025 года.
URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293855/4293855011.htm>
15. Кириллов А.М. Автомобилист – враг природы и общества!? актуальные проблемы обеспечения устойчивого экономического и социального развития регионов сборник материалов X международной научно-практической конференции / А.М. Кириллов Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Апробация" (Махачкала), 2015. – 26-29 с.
16. Мокрушина К. Умные города: развитие концепции и практики, положение Россиина эволюционном пути // Центр городских исследований IEMS «Сколково» [Электронный ресурс]. – Новосибирск, 26 апреля 2017. – Режим доступа: <https://urbc.skolkovo>.

ru/downloads/documents/SUrbC/Events_Reports/SKOLKOVO_UrbC_Novosibirsk_2017-04.pdf

17. Grigoreva D.R. Use of Shteiner problem in solving practical problems of road construction [Text] / D.R. Grigoreva, A.G. Faizullina, R.R. Basirov, R.Sh. Sharipov // Modern Applied Science. – 2015. – 9. – №.4. – С. 294-302.
18. Коваленко, Н.В. Современные тенденции развития дорожного комплекса РФ / Н.В. Коваленко, В.В. Безновская, В.В. Мельников // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2017. – № 3(13). – С. 10.
19. Прусова, В.И. Использование цифровых технологий для модернизации дорожной отрасли России / В.И. Прусова, В.В. Безновская // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2020. – № 3(93). – С. 31-33.