



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 623.351.2

ОЦЕНКА СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОММЕРЧЕСКИХ БЕСПИЛОТНЫХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

¹Кулаков К.А., ²Торосян Л.Е.

ФГБОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", Санкт-Петербург, Россия (190005, город Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д.4), e-mail: ¹kulakovkirill@list.ru, ²levantor@mail.ru

В статье рассматриваются системы эксплуатации коммерческих беспилотных автомобилей. Приведена упрощенная логическая схема для выбора уровня автоматизации управления движением. Проведен анализ эксплуатации беспилотного грузового автомобиля.

Ключевые слова: Автомобилестроение, беспилотные автомобили, беспилотные грузовые автомобили, аккумуляторные батареи, коммерческая оценка, эксплуатация беспилотного грузового автомобиля.

EVALUATION OF THE OPERATION SYSTEM OF COMMERCIAL UNMANNED VEHICLES

¹Kulakov K.A., ²Torosyan L.E.

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia (190005, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya str., 4), e-mail: ¹kulakovkirill@list.ru, ²levantor@mail.ru

The article discusses the systems of operation of commercial unmanned vehicles. A simplified logic diagram is given for selecting the level of automation of motion control. The analysis of the operation of an unmanned truck is carried out.

Keywords: automotive industry, electric vehicles, unmanned trucks, batteries, commercial evaluation, operation of an unmanned truck.

Поиск новых технических решений, направленных на экономию топливных ресурсов, защиту окружающей среды и повышение безопасности дорожного движения, привел к появлению технологии беспилотных автотранспортных средств (БПА). БПА - автотранспортное средство, оборудованное системой автоматического управления.

Современная автомобильная промышленность не стоит на месте и постоянно предлагает потребителям новейшие технологии в транспортных средствах. К новейшим технологиям относятся системы контроля усталости водителя, автопилот, система предупреждения о ДТП и автоматической парковки.

Основными конструктивными блоками беспилотного грузового автомобиля являются: аккумуляторная батарея, электродвигатель, бортовое зарядное устройство, преобразователь постоянного тока и электронная система управления.

Классификация систем автоматизации автомобилей разработана «Сообществом автомобильных инженеров (SAE)» и содержит 6 уровней [7]:

- Уровень 0. Никакой автоматизации.
- Уровень 1. «Hands on», «Помощь водителю».
- Уровень 2. «Hands off», «Частичная автоматизация».
- Уровень 3. «Eyes off», «Условная автоматизация».
- Уровень 4. «Mind off», «Широкая автоматизация».
- Уровень 5. «Steering wheel optional», «Полная автоматизация».

Упрощенная логическая схема для выбора уровня автоматизации управления движением БПА представлена на Рисунке 1.



Рисунок 1 – Упрощенная логическая схема для выбора уровня автоматизации управления движением БПА

Актуальность и перспектива эксплуатации БПА вызывает интерес у транспортно-логистических компаний, так как предполагает возможное увеличение производительности труда и оптимизацию расходов, а также повышение технологического уровня и качества перевозочного процесса, его безопасности [1-2].

Примером одного из видов БПА может быть беспилотный грузовой автомобиль Tesla, на котором установлены аккумуляторные батареи, включающие литий-ионные (Li-ion) аккумуляторы цилиндрической формы. Преимущественно эти аккумуляторы поставляет японская фирма Panasonic, специалисты которой собирали батареи для первых электромобилей Tesla вручную. Со временем этот процесс роботизировали, и производственный процесс поставили на конвейер.

У обычных автомобилей напряжение в бортовой сети 12 -24В, а у электромобилей оно гораздо выше 350-1600 В. Аккумуляторы (АКБ) используются с высокой плотностью энергии. Производятся в разных странах, таких как: Индия, Мексика, КНР. Но стоит отметить, что для Tesla доработка и конечная комплектация производится в США.

На Рисунке 2 представлена схема расположения модуля аккумуляторной батареи.

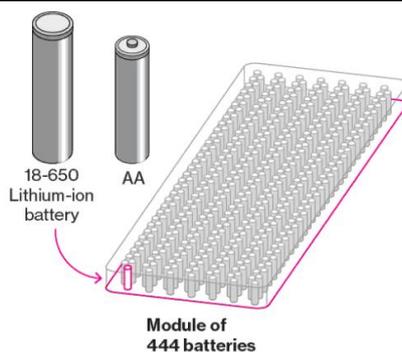


Рисунок 2 – Схема расположения модуля аккумуляторной батареи

В беспилотном грузовом автомобиле Tesla представлено 16 модулей. В одном модуле находятся 444 аккумуляторных батареи. Всего аккумуляторных батареи 7104.

Модуль аккумуляторной батареи для беспилотного грузового автомобиля Tesla представлен на Рисунке 3.



Рисунок 3 – Модуль аккумуляторной батареи для беспилотного грузового автомобиля Tesla

АКБ беспилотного грузового автомобиля Tesla имеет ресурс 1500 циклов заряда-разряда. В зависимости от условий эксплуатации, электромобиль способен пройти на одной зарядке примерно 480 км. Также при бережной эксплуатации АКБ может прослужить до 800 тыс. км.

Разработкой БПА занимаются как IT-компании, так и крупные автомобильные заводы-производители.

Недостатком БПА является дорогое обслуживание, замена аккумуляторной батареи, сложность в изготовлении корпуса, а также проблема утилизации. К производству АКБ предъявляются повышенные требования. Конструкция днища должна быть прочной, герметичной, противостоять ударным нагрузкам [3-4].

Концепция внедрения беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования нацелена на:

- повышение безопасности дорожного движения;
- повышение номинальной пропускной способности дорог;
- оптимизацию транспортных процессов;
- формирование заданного поведения участников дорожного движения и культуры вождения;
- развитие различных сервисных услуг для пользователей транспортной системы;

- поддержание заданного уровня содержания дорожного полотна и дорожно-транспортной инфраструктуры.

Ожидается, что в целом реализация концепции будет способствовать снижению:

- количества погибших в ДТП;
- доли автомобильных дорог федерального и регионального значения, работающих в режиме перегрузки;
- количества мест концентрации ДТП (аварийно-опасных участков) на дорожной сети.

ГОСТ Р МЭК 61851-1-2013 «Национальный стандарт Российской Федерации. Система токопроводящей зарядки электромобилей. Часть 1. Общие требования» распространяется на бортовое и вне- бортовое оборудование для зарядки электрических дорожных транспортных средств при стандартных напряжениях питания до 1000 В переменного тока и до 1500 В постоянного тока.

Как показано в Таблице 1, зарядные станции разных уровней имеют различие в номинальных мощности и времени зарядки [5].

Таблица 1 – Зарядные станции разных уровней

Уровень зарядной станции	Номинальная мощность, кВт	Пример станции	Время зарядки на 100 миль
1	От 1 кВт (AC)	Стандартная электрическая розетка в гараже частного дома	20 часов
2	От 5 кВт (AC)	Специализированные бытовые зарядные устройства; Зарядная станция на офисной парковке; Типичные зарядные станции в магазинах, на заправочных станциях, на автостоянках и т.д.	4 часа
3	От 80 кВт (DC)	Специализированные станции для быстрой зарядки «на ходу»	40 минут
4	От 120 кВт (DC)	Сверхбыстрые станции для быстрой зарядки «на ходу»	25 минут

Примером возможной основы для разработки системы эксплуатации БПА может служить свод этических правил, разработанных в Федеративной Республике Германия для беспилотных грузовых автомобилей. Эти правила включают следующие пункты.

1. Автоматизированные системы дорожного движения играют важную роль в повышении безопасности всех участников дорожного движения [6].
2. Цель – это защита людей. Однако, полное одобрение и внедрение таких систем будет возможным только после перехода от уровня автоматизации 0, где водитель полностью контролирует транспортное средство, к уровню 5, где автоматизация полная и водитель уже не требуется. Такой переход позволит снизить риск и ущерб, связанный с человеческим фактором.
3. Гарантия ответственности за внедрение и утверждение автоматизированных и сетевых систем в общественном транспорте является обязанностью государственного сектора.
4. Автономное принятие решений людьми является выражением общества, в котором основное внимание уделяется личности с ее правом на развитие и потребностью в защите.
5. Автоматизированные и сетевые технологии должны максимально предотвращать несчастные случаи.
6. Внедрение высших автоматизированных систем вождения, в частности с возможностью автоматического предотвращения столкновений может быть социально и этически необходимым, если можно использовать существующий потенциал для снижения ущерба.
7. В опасных ситуациях, которые оказываются неизбежными, несмотря на все технические меры предосторожности. Защита жизни человека имеет наивысший приоритет при взвешивании законных интересов.
8. Реальные дипломатические решения, такие как выбор между жизнью и жизнью, зависят от конкретной актуальной ситуации, включая «непредсказуемое» поведение пострадавших.
9. В случае неустраняемых аварийных ситуаций любая квалификация на основе личных характеристик (возраст, пол, физическое или психическое состояние) категорически запрещена. Компенсация потерпевшим запрещена.
10. Ответственность, зарезервированная для людей, сменяется автоматическими и объединенные в сеть системы вождения от водителя до производителей и операторов технических систем и органов, принимающих решения в области инфраструктуры, политики и права.
11. Законодательные нормы об ответственности и их конкретизация в судебной практике принятия решений должны в достаточной мере учитывать этот переход. То же самое относится к ответственности за ущерб, причиненный активированными автоматизированными системами вождения.
12. Общество имеет право на достаточно дифференцированную информацию о новых технологиях и их использовании. Для конкретной реализации принципов, руководства по использованию и программированию автоматизированных транспортных средств должны быть разработаны в максимально прозрачной форме, доведены до сведения общественности и проверены технически подходящим независимым органом [8].
13. Полное объединение в сеть и централизованный контроль над всеми транспортными средствами в контексте цифровой дорожной инфраструктуры сомнительны с этической точки зрения, если и в той степени, в которой они не могут надежно исключить риск тотального

наблюдения за участниками дорожного движения и манипулирования управлением транспортными средствами.

14. Автоматизированное вождение оправдано той мере, в какой возможные атаки, особенно специальные манипуляции с ИТ-системой.

15. Разрешенные бизнес-модели, возникающие в результате автоматизированного и подключенного к сети вождения.

16. Должно быть четко различимо, используется ли система без водителя или драйвер.

17. Программное обеспечение и технологии высокоавтоматизированных транспортных средств должны быть разработаны таким образом, чтобы необходимость резкой передачи управления водителю («аварийка») практически исключена.

18. Обучающиеся и самообучающиеся системы во время эксплуатации автомобиля и их подключение к центральной [9].

19. В аварийных ситуациях транспортное средство должно действовать автономно, т.е. без помощи человека достичь «безопасного состояния».

20. Надлежащее использование автоматизированных систем уже должно быть частью общего бытия духовным образованием.

Эксплуатация транспортного средства – это комплекс мероприятий, направленных на использование автотранспортных средств с целью достижения максимальной эффективности.

Правильная эксплуатация беспилотного грузового автомобиля является важнейшим условием безаварийной работы, продления срока их службы и обеспечения высоких технико-экономических показателей.

Требования безопасности к беспилотным грузовым автомобилям

- Согласно законопроекту о беспилотных транспортных средствах, участвовать в дорожном движении смогут БПА, прошедшие оценку соответствия требованиям безопасности. В настоящее время действует Технический регламент таможенного союза (ТР ТС 018/2011).

К основам безопасного функционирования ВАТС относятся:

- требований к автоматизированным системам;
- методов проверки параметров ВАТС;
- обеспечения надлежащего человеко-машинного интерфейса;
- информационной безопасности ВАТС.

Следует также отметить ответственность за ущерб, причиненный беспилотным транспортным средством. При возникновении аварийной ситуации весь ущерб имуществу должен возмещать владелец беспилотного автомобиля. Если же виной ДТП стали конструктивные недостатки ВАТС, то его владелец имеет право обратиться с требованием возмещения ущерба к компании-изготовителю [10].

На данный момент проводятся испытания по эксплуатации БПА на дорогах без присутствия инженера-испытателя на месте водителя, а в перспективе планируется и без присутствия человека непосредственно в салоне транспортного средства. Например, компания Tesla (как и другие компании) используют функцию полуавтоматического вождения. Большое количество камер, датчиков и компьютерных модулей анализируют ситуацию на дороге и

автоматически управляют автомобилем. Также разрабатывается технология дистанционного управления БПА [11-12].

Ниже приведены 5 принципов построения программного обеспечения (ПО) для беспилотных грузовых автомобилей:

- автоматическое управление;
- автоматическая система перестроения;
- автономная парковка;
- распознавание пешеходов;
- автопилот с самообучением.

Вывод: оценка перспективы системы эксплуатации беспилотных грузовых автомобилей показывает, что на данный момент полноценная эксплуатация БПА невозможна, так как полная автоматизация грузовых автомобилей не обеспечена необходимым ПО. Также отсутствуют методики эксплуатации БПА. Разработка таких методик является задачей для специалистов системы технической эксплуатации. Необходимо разработать план по подготовке специалистов (например, в области эксплуатации программного обеспечения), и мероприятия для подготовки дорожно-транспортной инфраструктуры – внедрение новых дорожных знаков, дорожной разметки, систем навигации и взаимодействия.

Список литературы

1. Умутбаев Р.Р., Р.И. Салимов. Алгоритм работы интеллектуальной системы дистанционного запуска с функцией автозапуска ДВС беспилотного грузового автомобиля, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань).
2. Халяфиев А.А., Халяфиев Р.А.«Беспилотные грузовые автомобили». [Электронный ресурс]:URL.:<https://cyberleninka.ru/article/n/bespilotnye-gruzovye-avtomobili>, (дата обращения: 22.03.23).
3. Айвазян А.В.Беспилотные технологии в сфере грузового коммерческого транспорта, ФГБОУ ВО «РГЭУ (РИНХ)».
4. А.А. Лотышева, к.т.н.д. А.А. Конорева, Будущее беспилотных грузовиков в России, ФГБОУ ВО «СиБАДИ», «Сборник материалов VМеждународной научно-практической конференции».
5. А.А. Тюгашев, А.П. Долгинцев, Использование логических подходов к интеллектуальному контролю и управлению транспортными средствами.
6. «Молодой ученый. Беспилотный транспорт будущего». [Электронный ресурс]: Официальный сайт. – URL.:<https://moluch.ru/archive/246/56678/>, (дата обращения: 22.03.23).
7. Кузнецова М.В., Веремеенко Е.Г. Перспективы внедрения беспилотного управления автомобильными перевозками, Донской Государственный технический университет.
8. Т.Е. Мельникова, З.М. Адуллина, И.С. Степанова. Перспективы развития автономных грузовых автотранспортных средств в России с учетом зарубежного опыта.
9. Халяфиев А.А., Халяфиев Р.А. Программное обеспечение для беспилотных автомобилей.

10. А.В. Калинин, А.Н. Малая. Разработка концепции алгоритма управления беспилотного колёсного тягача, движущегося в колонне за направляющим.
11. Зайцева Е.П., д.т.н., с.н.с. Сайкин А.М., Туктакиев Г.С., к.т.н. Журавлев А.В. Развитие наземных беспилотных транспортных средств, систем помощи водителю и компонентов по данным патентных публикаций.
12. Кулаков К.А., д.ц.н. Торосян Л.Е. Обзор перспективы внедрения беспилотных грузовых автомобилей в массовую эксплуатацию. Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. Том 8 №4 (30).

References

1. Umutbaev R.R., R.I. Salimov. The algorithm of the intelligent remote start system with the function of autorun of the internal combustion engine of an unmanned truck, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan).
 2. Khalafiev A.A., Khalafiev R.A. "Unmanned trucks". [Electronic resource]: URL.: <https://cyberleninka.ru/article/n/bspilotnye-gruzovye-avtomobili> , (date of application: 03/22.23).
 3. Ayvazyan A.V. Unmanned technologies in the field of commercial cargo transport, FSUE VO "RSEU (RINH)".
 4. A.A. Lotysheva, Candidate of Technical Sciences, D.A.A. Konoreva, The future of unmanned trucks in Russia, SibADI, "Collection of materials of the V International Scientific and Practical Conference".
 5. A.A. Tyugashev, A.P. Dolgintsev, The use of logical approaches to intelligent control and management of vehicles.
 6. "Young scientist. Unmanned transport of the future". [Electronic resource]: Official website. – URL.: <https://moluch.ru/archive/246/56678/> , (date of reference: 03/22/2013).
 7. Kuznetsova M.V., Veremeenko E.G. Prospects for the introduction of unmanned control of road transport, Don State Technical University.
 8. T.E. Melnikova, Z.M. Adullina, I.S. Stepanova. Prospects for the development of autonomous cargo vehicles in Russia, taking into account foreign experience.
 9. Khalafiev A.A., Khalafiev R.A. Software for self-driving cars.
 10. A.V. Kalinin, A.N. Malaya. Development of the concept of an algorithm for controlling an unmanned wheeled tractor moving in a column behind a guide.
 11. Zaitseva E.P., Doctor of Technical Sciences, S.N.S. Saikin A.M., Tuktakiev G.S., Candidate of Technical Sciences Zhuravlev A.V. Development of ground-based unmanned vehicles, driver assistance systems and components according to patent publications.
 12. Kulakov K.A., D.ts.n. Torosyan L.E. Overview of the prospects for the introduction of unmanned trucks into mass operation. International Journal of Information Technology and Energy Efficiency. Volume 8 No. 4 (30).
-