

УДК 656.1; 656.07

Макарова И.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Сервис Транспортных Систем», Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», email: kamIVM@mail.ru

Баринов А.С., старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», barinovas@mstu.edu.ru, Мурманск, Россия.

Бадриев А.И., к.т.н., доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Халяпин И.В., студент 4 курса, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет».

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ

Аннотация: В статье рассматривается перспективы внедрения автономных транспортных средств в производственные процессы. Предлагается применение автономного автомобиля для уборочных работ на предприятии. Производится выбор автомобиля для реализации проекта. Рассматриваются два варианта исполнения автономной уборочной техники. Приводятся основные результаты и выводы исследования.

Ключевые слова: автономный транспорт, уровень автономности, беспилотные автомобили.

Введение. Направление создания беспилотных автомобилей активно развивается в последние годы. В связи с этим, применение автономных автомобилей на предприятиях является перспективным направлением. Для решения конкретных производственных задач требуется определить необходимый для этого уровень автономности транспорта. При определении уровня автономности автомобиля обычно используют классификацию SAE (рисунок 1) [3].



Рис. 1 Уровни автономности автомобилей

Наиболее сложным при внедрении беспилотных транспортных средств является вопрос взаимодействия с другими участниками дорожного движения [1]. В большинстве случаев на предприятиях имеется возможность обеспечить условный замкнутый контур для работы автономных автомобилей. Поэтому реализация внедрения автономных автомобилей на производстве является актуальной [2;3;4].

Применение автономной системы управления на транспорте поможет снизить производственный травматизм, а также обеспечить открытие новых вакантных мест для более квалифицированного персонала [5;6].

Внедрение автономной техники. На базе АО «ММТП» (Мурманский морской торговый порт) предложено внедрить автономную снегоуборочную технику. Для внедрения автономного транспорта на предприятии было предложено оборудовать автономной системой управления ВКМ 2020 (вакуумно-уборочная коммунальная машина) производства «Меркатор

Холдинг», город Калуга (рисунок 2). ВКМ 2020 предназначена для очистки искусственных покрытий от камней, песка, пыли, мусора и снега, а также для уборки загрязнений на проезжей части улиц, и сбора мусора с помощью гибкого рукава. Вакуумно-уборочная коммунальная машина сконструирована специально для использования в стесненных условиях. Шарнирно-сочлененная рама машины дает возможность ей двигаться по принципу «колея – в – колею», минимизируя неубранную территорию после своего проезда. Кроме того, такая конструкция уменьшает радиус поворота машины. За счет этого техника становится максимально маневренной.



Рис. 2 Вакуумно-уборочная коммунальная машина 2020

Для реализации проекта рассмотрены два варианта. В первом случае в состав оборудования входят: лидары, камеры, GPS-трекеры и управляющий блок автономной системы [7]. Во втором случае рассмотрено применение системы BaseTrack.

Оборудование для реализации первого варианта:

- LiDAR Velodyne Puck LITE, модель производства американо-британской фирмы Velodyne. Угол обзора в 360 градусов, высокая точность измерений, подходящий для наших условий температурный режим работы,

относительно низкая стоимость среди конкурентов. Для корректной и точной работы системы достаточно одного датчика, правильно установленного на автомобиле. На рисунке 3 представлена карта, построенная при помощи лидара.



Рис. 3 Карта, построенная при помощи LiDAR Velodyne Puck LITE

- InfiRay Asens E. - высокоточная интеллектуальная инфракрасная камера автомобильной серии Китайского производства фирмы InfiRay. Под управлением собственного искусственного интеллекта (ИИ) позволяет идентифицировать транспортные объекты, включая пешеходов, разметку и сигналы светофора, а также предупреждает о возможном столкновении. Возможность инфракрасного зрения позволяет делать снимки в любое время суток.

- Для точного позиционирования в пространстве и связи со спутниковой сетью подобран Глонасс - трекер Российского производства фирмы GALILEOSKY. Модель GalileoSky OBD-II это мини GPS-трекер с подключением по OBD-II разъему. Трекер не только определяет местоположение, но и производит диагностику автомобиля, автоматически получает информацию о скорости, оборотах ДВС, температуре охлаждающей жидкости двигателя.

Получение и обработка информации с датчиков, а также принятие решений в управлении автомобилем отвечает блок управления автономной системы (ЭБУ АС), представленный на рисунке 4. Это микрокомпьютер, обрабатывающий информацию на основе алгоритмов нейросетей и обучающегося ИИ.



Рис. 4 Блок управления автономной системы

На рисунке 5 представлена схема размещения оборудования на автомобиле.



Рис. 5 Схема расположения оборудования на автомобиле ВКМ 2020 при первом варианте

Работа системы. Электронный блок управления автономной системы собирает и анализирует данные с интеллектуальных камер, лидар-датчика, GPS-трекера и датчиков органов управления автомобилем. На основе полученной информации ЭБУ АС принимает решение о поведении автомобиля и отправляет команды на блок управления органами автомобиля, а также информацию и отчетность на компьютер управления оператора.

Электронный блок управления органами автомобиля принимает команды от ЭБУ АС и перенаправляет их на органы управления (рулевое управления, тормозная система, мощность двигателя, световые приборы, приборы сигнализации). Информация также дублируется на компьютер управления оператора.

В свою очередь, оператор отслеживает технологический процесс управления автомобилем, а также выполнение соответствующих задач. В процессе работы оператор может корректировать действия ЭБУ АС и блока управления органами автомобиля (скорректировать направление движения, увеличить или уменьшить скорость).

При реализации второго варианта требуется гораздо меньше оборудования. Система BaseTrack предполагает движение транспорта по маршруту, используя карту координат для перемещения.

На рисунке 6 представлена схема расположения оборудования на ВКМ 2020 при реализации второго варианта. При этом отсутствует необходимость в установке лидаров. Автомобиль будет передвигаться по заданному маршруту, ориентируясь по координатной сетке. Возможными препятствиями на пути являются припаркованные автомобили и пешеходы, для обнаружения которых предлагается использовать инфракрасные или оптические датчики. Алгоритм определения препятствий задается программой управления в блоке.

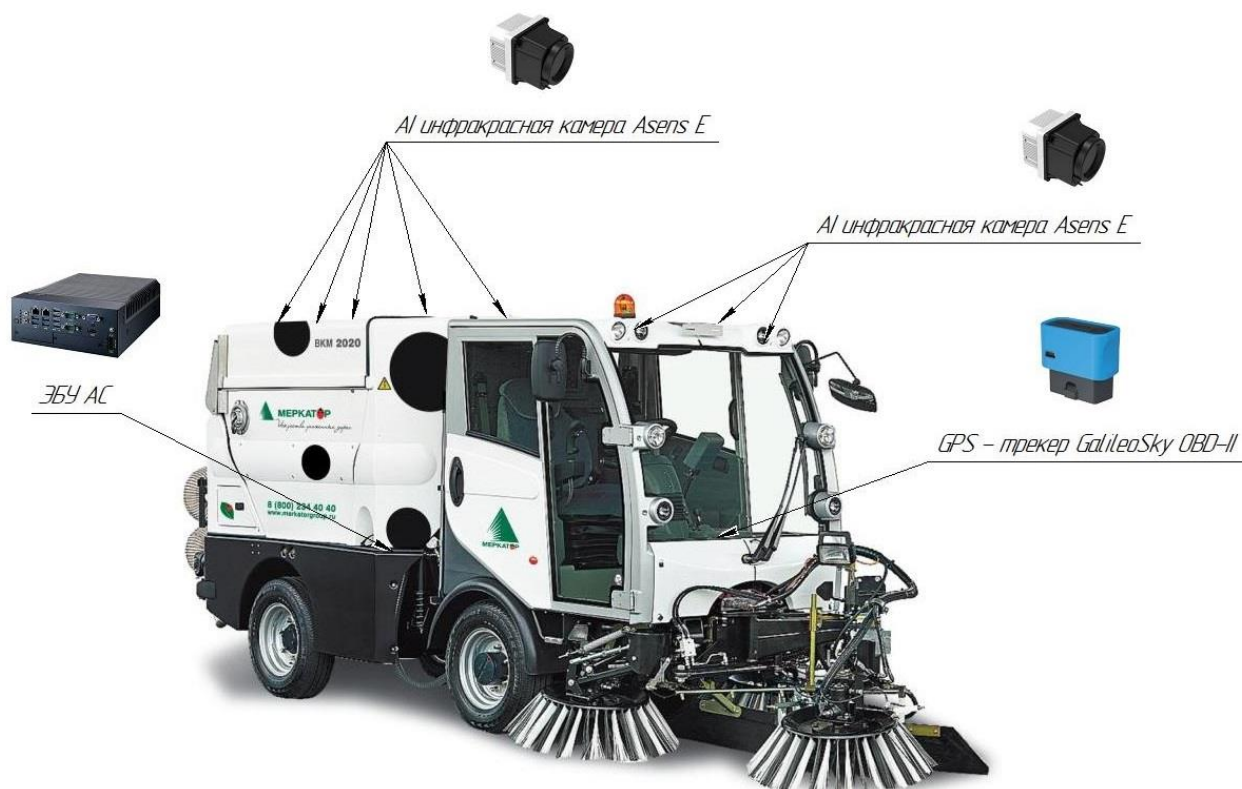


Рис. 6 Схема расположения оборудования на автомобиле ВКМ 2020 при втором варианте

При выборе варианта реализации учитывается возможность предприятия на время уборочных работ перекрывать движение на маршруте ВКМ 2020. Поэтому реализация второго варианта наиболее перспективна, так как требует значительно меньших затрат.

Результаты. В результате исследования предложен автономный ВКМ 2020 для выполнения уборочных работ на предприятии АО «ММТП». Для обучения автономной системы спроектирован процесс уборки парковочной зоны перед зданием администрации АО «ММТП», а также проезд от гаража автохозяйства до парковочной зоны.

На рисунке 7 представлен маршрут движения ВКМ 2020 при выполнении уборочных работ.

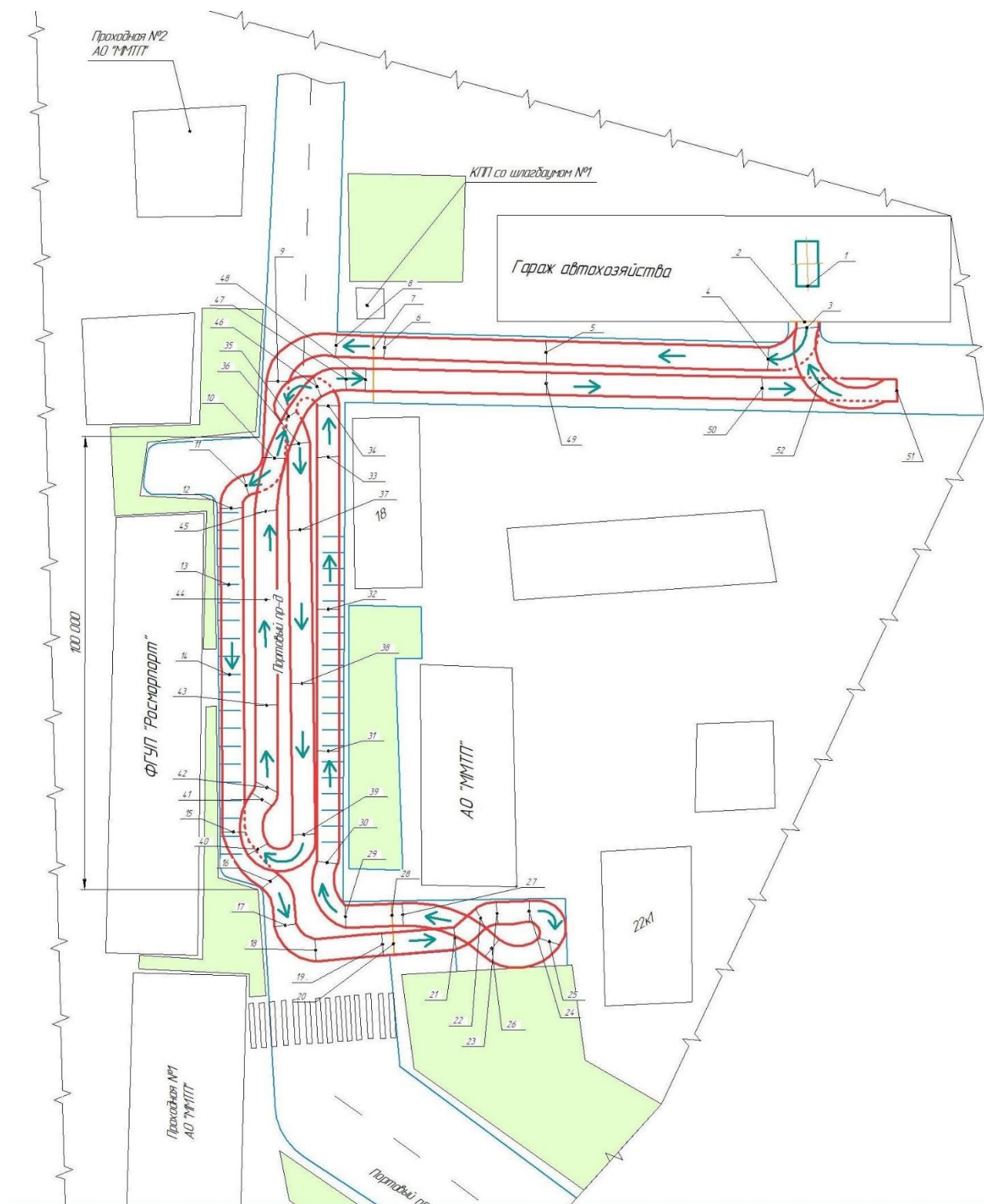


Рис. 7 Маршрут движения ВКМ 2020 при выполнении уборочных работ

Выводы. Внедрение автономных систем на предприятии позволит качественно улучшить производительность труда, большое влияние окажет

на безопасность производства, снизит риски гибели и травматизма людей. Немаловажным фактором станет снижение аварийных ремонтов, по которым техника и оборудование чаще всего находится в простое. Позволит увеличить количества вакантных мест для высококвалифицированного персонала.

Список использованных источников

1. Makarova, I. V. Advantages, perspectives and risks to use autonomous vehicles / I. V. Makarova, A. Pashkevich, K. A. Shubenkova // Vestnik of the Lugansk Vladimir Dahl National University. – 2019. – No. 6(24). – P. 137-146.
2. Improving the road network of small cities / V. Mavrin, K. Magdin, A. Boyko [et al.] // VEHITS 2020 - Proceedings of the 6th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems : 6, Virtual, Online, 02–04 мая 2020 года. – Virtual, Online, 2020. – P. 634-641.
3. Баринов, А. С. Перспективы развития автономности автомобилей в условиях Крайнего Севера / А. С. Баринов // Наука и образование в Арктическом регионе : Материалы Международной научно-практической конференции, Мурманск, 22–24 мая 2019 года. – Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 2019. – С. 355-359.
4. Автономные автомобили и безопасность транспортной системы: проблемы и пути решения / И. В. Макарова, Э. М. Мухаметдинов, К. А. Шубенкова, А. Д. Бойко // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры : Материалы V Международной научно-практической конференции, Казань, 27–28 февраля 2018 года / Под общей редакцией Р.Н. Минниханова. Том Часть 2. – Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2018. – С. 111-122.
5. Ensuring sustainability of the city transportation system: Problems and solutions (ICSC) / I. Makarova, R. Khabibullin, K. Shubenkova, A. Boyko // E3S

Web of Conferences, Ekaterinburg, 19 мая 2016 года. Vol. 6. – Ekaterinburg: EDP Sciences, 2016. – P. 02004. – DOI 10.1051/e3sconf/20160602004.

6. Reducing the Impact of Vehicles on the Environment by the Modernization of Transport Infrastructure / I. Makarova, V. Mavrin, K. Magdin [et al.] // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2020. – Vol. 117. – P. 531-540. – DOI 10.1007/978-3-030-44610-9_52.

7. Суфиянов, Р. Ш. Лидар в системе обеспечения безопасности эксплуатации беспилотного автомобиля / Р. Ш. Суфиянов // . – 2022. – № 82-2. – С. 87-90. – DOI 10.18411/trnio-02-2022-58.

Makarova I.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Head of Transportation Systems Service Department, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan Federal University, email: kamIVM@mail.ru

Barinov A.S., senior lecturer, FGAOU VO "Murmansk State Technical University", barinovas@mstu.edu.ru, Murmansk, Russia.

Badriev A.I., Ph.D., Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.

Khalyapin I.V., 4th year student, FGAOU VO "Murmansk State Technical University", Murmansk, Russia.

APPLICATION OF AUTONOMOUS VEHICLES IN SOLVING PRODUCTION TASKS

Abstract The article discusses the prospects for the introduction of autonomous vehicles in production processes. It is proposed to use an autonomous vehicle for cleaning work at the enterprise. A vehicle is being selected for the project. Two options for the execution of autonomous harvesting equipment are considered. The main results and conclusions of the study are presented.

Keywords: autonomous transport, level of autonomy, unmanned vehicles.