

УДК: 004.94

DOI: [10.47813/nto.2.2022.5.223-228](https://doi.org/10.47813/nto.2.2022.5.223-228)

EDN: [AGXBQQ](https://www.edn.ru/AGXBQQ)



## Исследование сенсоров автономных и полуавтономных систем при эксплуатации грузового транспорта

Н.В. Петров\*, Д.А. Евстигнеев, Г.Д. Толстикова, В.В. Бурбах

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, ул.  
Большая Санкт-Петербургская, д.41, г. Великий Новгород, Россия.

\*E-mail: [fenrir09214576@gmail.com](mailto:fenrir09214576@gmail.com)

**Аннотация.** Обеспечение эффективной работы транспортной системы является важной задачей любого государства в контексте технологического первенства и пионерства использования инновационных технологий. Согласно стратегическому планированию РФ, автономные и полуавтономные транспортные средства должны быть введены в эксплуатацию до 2030 года и уже сейчас многие компании занимаются исследованиями и разработками как прототипов, так и опытных образцов. Поэтому в данной статье рассмотрены датчики, используемые при разработке устройств, применяемых для обеспечения и повышения эффективности активной безопасности автомобиля при осуществлении перевозки груза посредством автопоезда. Синтетически промоделирована работа основных компонентов систем, обеспечивающих навигацию и распознавание образов. По результатам моделирования были сделаны выводы о необходимости использования комбинации из существующих сенсоров для обеспечения сокращения ошибок при работе полуавтономных систем, являющихся навесными, с универсальной возможностью применения.

**Ключевые слова:** автопоезд, радар, лидар, ультразвук, лазер, блок управления

## Investigation of sensors of autonomous and semi-autonomous systems in the operation of freight transport

N.V. Petrov\*, D.A. Evstigneev, G.D. Tolstikova, V.V. Burbakh

Yaroslav the Wise Novgorod State University, 41 Bolshaya St. Petersburg Str.,  
Russia.

\*E-mail: [fenrir09214576@gmail.com](mailto:fenrir09214576@gmail.com)

**Abstract.** Ensuring the efficient operation of the transport system is an important task of any state in the context of technological superiority and pioneering the use of innovative technologies. According to the strategic planning of the Russian Federation, autonomous and semi-autonomous vehicles should be put into operation by 2030 and already now many companies are engaged in research and development of both prototypes and prototypes. Therefore, this article discusses the sensors used in the development of devices used to ensure and improve the effectiveness of active vehicle safety when transporting cargo by means of a road train. The operation of the main components of the systems providing navigation and pattern recognition is synthetically modeled. Based on the simulation results, conclusions were drawn about the need to use a combination of existing sensors to ensure the reduction of errors in the operation of semi-autonomous systems that are mounted, with universal applicability.

**Keywords:** road train, radar, lidar, ultrasound, laser, control unit

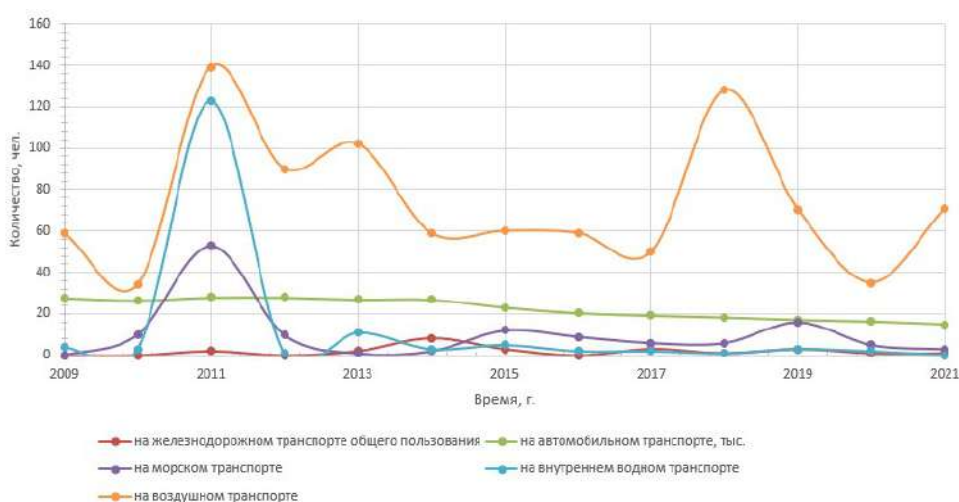
## 1. Введение

Автономный транспорт, без сомнения, является одним из перспективнейших векторов развития венозной системы, объединяющей и развивающей страну в рамках грузоперевозок на большие расстояния. По данным [1] на 2022 год автомобильный транспорт занимает лидирующие позиции по коммерческим перевозкам грузов, опережая даже железнодорожные перевозки «таблица 1».

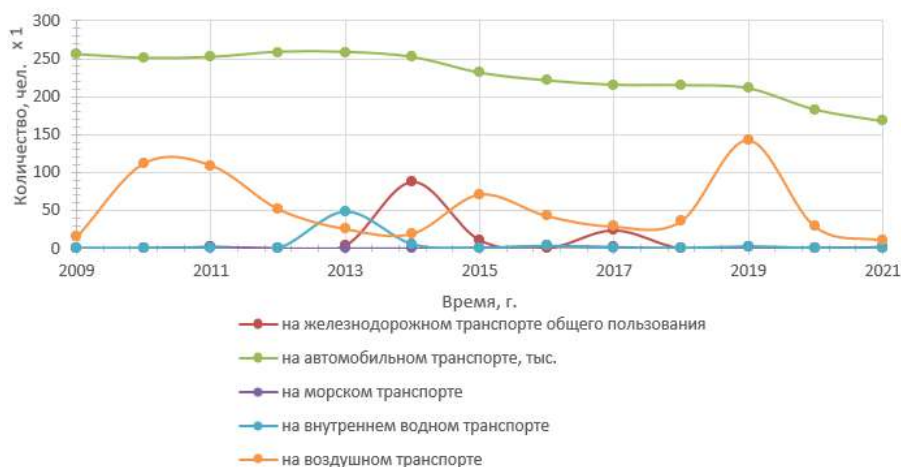
**Таблица 1.** Коммерческие перевозки грузов по видам груза.

Наименование вида транспорта	Временной интервал	
	I квартал 2021 г.	I квартал 2022 г.
железнодорожный	307,4	308,2
автомобильный	316,1	315,3
морской	4,5	5,3
внутренний водный	6,5	6,2
воздушный	0,32	0,25
Итого, млн. т.	634,9	635,2

Несмотря на снижающийся показатель по количеству пострадавших в происшествиях с участием различных видов транспорта на 2021 год по данным [2], автомобиль продолжает являться наиболее опасным видом транспорта (рисунок 1, рисунок 2), при этом доля учтенных ДТП с участием грузовых автомобилей составляет порядка 11,1% от общего количества, согласно [1].



**Рисунок 1.** Статистические данные по количеству погибших по видам транспорта в РФ.



**Рисунок 2.** Статистические данные по количеству раненых по видам транспорта в РФ.

Для эффективного подбора комбинации сенсоров и алгоритмов обработки информации необходимо знать распределение ДТП по их видам (рисунок 3). По данным [3] наибольшую опасность представляют столкновения, наезды на пешехода или препятствие, а также съезды с дороги. Таким образом система должна корректно отображать как статические объекты, так и динамические во избежание наезда на пешехода или велосипедиста.



**Рисунок 3.** Анализ видов ДТП и их относительный показатель.

В совокупности всего вышесказанного, подчеркивается актуальность тематики исследования в контексте осуществления улучшения и разработки систем с использованием высокотехнологичных и точных сенсоров повышающих безопасность участников дорожного движения.

## 2. Постановка задачи (Цель исследования)

Для выбора необходимого оборудования, которое будет использовано для разработки систем, повышающих уровень активной безопасности грузового автомобиля, а в данном случае автопоезда, требуется решить ряд задач:

- произвести оценку влияния факторов, обуславливающих точность передаваемых данных, обрабатываемых в электронном блоке управления;
- обеспечить минимизацию слепых зон, ввиду больших габаритов и наличия минимум двух тел в составе транспортного средства;
- обеспечить восприятие блоком управления объектов инфраструктуры.

## 3. Методы и материалы исследования

Для анализа существующих систем, использующихся на грузовом транспорте, использовался информационно-аналитический метод поиска в сети интернет, затем для определения эффективности работы того или иного сенсора использовались методы компьютерного моделирования в среде MATLAB Simulink в определенных условиях.

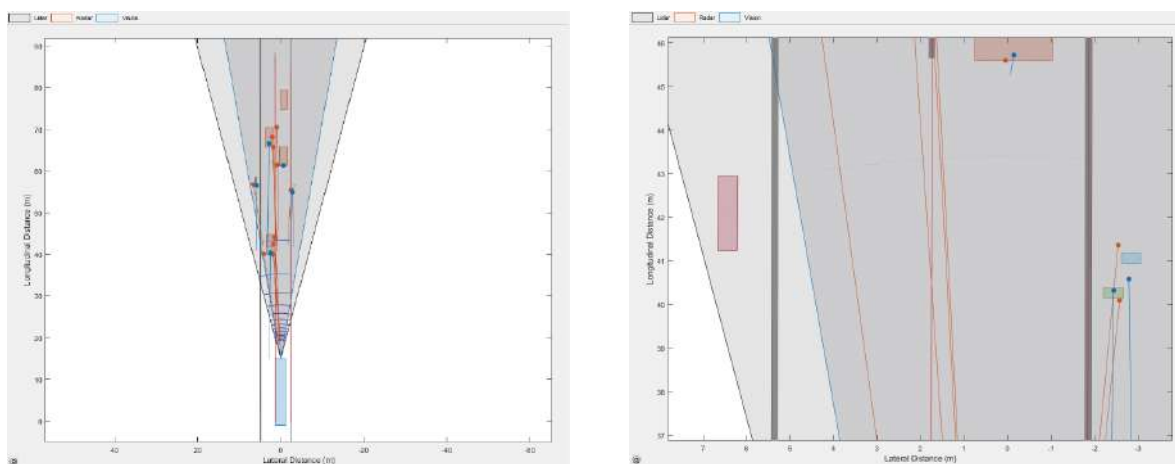


Рисунок 4. 2D построение симуляции работы датчиков при движении.

В случае автопоезда требуется спереди автомобиля обеспечить наличие лидара и камеры дальнего действия с высоким разрешением для более точного определения как инфраструктуры, так и объектов дорожного движения по пикселям, а также для определения положения, траектории движения и скорости этих объектов на расстоянии. Из спецификаций устройств следует, что радар стабильно работает на 500 метрах вокруг, а лидар и камеры до 800 метров. Для ближнего радиуса необходимо по обе стороны кабины разместить лидары действием до 100 метров и схожие по дальности радары.

Необходимость именно такого расположения обусловлена слепыми зонами. Таким образом обеспечивается движение по магистрали на скорости до 100 км/ч. В случае сочлененного транспортного средства необходимо учитывать угол поворота тягача относительно полуприцепа посредством размещения в седельно-сцепном устройстве соответствующего сенсора. Для построения траектории движения в режиме реального времени необходимо обеспечить снятие показателей основных узлов управления из CAN шины при имеющемся разрешении от завода-изготовителя ТС.

#### 4. Полученные результаты

При анализе таких параметров сенсоров, как максимальная дальность действия, точность, ширина и высота установки, ограничения по ширине и высоте в среде MATLAB при моделировании синтетических выходных данных датчиков выявлена необходимость установки устройств на большую высоту для обеспечения избегания помех и учета в расчетах большего количества элементов окружающей обстановки. Из рисунка 4 видно, что не все объекты обнаруживаются корректно. Отдельные виды датчиков в один и тот же момент времени показывают лучший результат. В отдельных случаях радару или камере не удалось распознать велосипедиста и автомобиль, двигающийся впереди другого из-за отсутствия или отражения сигнала.

#### 5. Выводы

Для безотказной работы системы в нормальных условиях необходимо использовать комплекс датчиков и систему-дублера при отказе основной системы. Рассмотренные датчики и их количество подходят для работы полностью беспилотных систем. Для отдельных вариантов решения проблем с парковкой требуется меньшая сложность и количество устройств в пользу программного обеспечения [4].

#### Список литературы

1. Статистика результатов деятельности грузового транспорта РФ: сайт. – 2022. – URL: <https://mintrans.gov.ru/ministry/results/180/documents> (дата обращения: 29.07.2022).
2. Статистика ДТП по видам транспорта в РФ: сайт. – 2022. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport> (дата обращения 28.07.2022).
3. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2020 год: сайт. – 2020. – URL: <https://нцбдд.мвд.рф/> (дата обращения: 29.07.2022).

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021666096 Российская Федерация. Математическая модель построения траектории парковки автопоезда при движении задним ходом: № 2021665147: заявл. 27.09.2021: опубл. 07.10.2021 / Н. В. Петров. – EDN MRYRNT.