

Система предотвращения столкновений транспортных средств

Создана, испытана и доказала высокую эффективность не имеющая аналогов в мире система предотвращения попутных столкновений, которая может быть установлена на любое транспортное средство независимо от года выпуска.

История создания системы «Кейди» (Keydi — сокращение от keep your distance — соблюдай дистанцию) началась с гипотезы о том, что более раннее зажигание стоп-сигналов переднего транспортного средства, даже без реального торможения, поможет предотвратить ДТП или уменьшить его последствия в случае несоблюдения безопасной дистанции при движении автомобилей друг за другом в одной полосе. Основой для идеи стала информация о том, что стоп-сигналы на основе светодиодов зажигаются на 0,17–0,2 с быстрее, чем лампы накаливания, тем самым обеспечивают более раннее реагирование на них и, соответственно, дают 5,5–6 м дополнительного тормозного пути при скорости 100 км/ч, а также результаты заводских тестов компании Mercedes-Benz и других автоконцернов о том, что оповещение водителя заднего транспортного средства зажиганием стоп-сигналов в прерывистом режиме повышает его внимание в среднем на 0,2 с раньше, чем постоянно горящие, и тем самым сокращает время реакции в случае резкого изменения условий движения переднего транспортного средства. В 2015 г. данная идея была изложена в заявке на пат. РФ «Способ предотвращения столкновения транспортных средств», в 2017 г. был получен пат. 2616114.

Многочисленные ДТП из-за не-

соблюдения дистанции до впереди идущего автомобиля показывают актуальность данного изобретения. В частности, главной причиной смертельных ДТП в Москве в 2021 г., по сообщению Агентства городских новостей «Москва» и пресс-службы городского управления ГИБДД, стало именно несоблюдение безопасной дистанции до впереди идущего автомобиля. Почему же происходит так много ДТП из-за несоблюдения дистанции? Во время движения по дорогам общего пользования водители транспортных средств (ТС) стараются соблюдать дистанцию, полагаясь на свой глазомер и опыт управления автомобилем. Во многом это интуитивно и зависит от навыков, опыта, знаний и общепринятых правил, рекомендованных водителям еще в автошколе. Но восприятие расстояния у каждого человека субъективно.

Даже самый опытный водитель ввиду психофизических состояний, обусловленных изменениями как внешних факторов (погоды, времени года и времени суток), так и состоянием здоровья, настроением

и усталостью не всегда может точно контролировать дистанцию, зависящую от скоростного режима движения. Это происходит из-за множества одновременных задач, которые приходится решать водителю во время движения, что почти всегда приводит к потере его внимания к фактору дистанции.

В Правилах дорожного движения РФ есть прямое указание в п. 9.10: «Водитель должен соблюдать такую дистанцию до движущегося впереди транспортного средства, которая позволила бы избежать столкновения, а также необходимый боковой интервал, обеспечивающий безопасность движения».

Также так называемый «дедовский способ» рекомендует текущую скорость автомобиля делить пополам. Получившийся результат является безопасным расстоянием до впереди движущегося транспортного средства. Правило «двух секунд» рекомендует выбирать на дороге ориентир с последующим отслеживанием проезда его автомобилем с добавлением 2 с. Если «маячок» при маневре оказал-



Рис. 1. Исполнительное устройство в собранном виде



Рис. 2. Модуль ГЛОНАСС/GPS BDS v3



Рис. 3. Лазерный дальномер Vanewake TF02pro



Рис. 4. Установка лазерного дальномера на испытательное транспортное средство

ся позади — увеличить расстояние, впереди — уменьшить.

Правило «трех секунд», предложенное экспертами центра «Движение без опасности», рекомендует проводить расчет во временных отрезках — до впереди идущего транспорта должно быть не меньше 3 с. В качестве ориентира предлагается использовать стационарные объекты.

Процесс трансформации идеи в прототип системы «Кейди»

в 2023 г. приобрел материальную форму в результате выполнения НИОКР по гранту от Фонда содействия инновациям РФ. В результате НИОКР по программе «Старт-1» был разработан прототип аппаратно-программного комплекса предотвращения попутных столкновений транспортных средств. Проведены два этапа испытания прототипа в реальных дорожных условиях: без мигания стоп-сигналами ТС и с миганием стоп-сигналами.

По итогам испытаний был проведен сравнительный анализ полученных результатов, который показал высокую эффективность создаваемого комплекса.

Конструкция прототипа аппаратно-программного комплекса

Аппаратно-программный комплекс состоит из исполнительного устройства, состоящего из платы микроконтроллера с установленным в него управляющим ПО, платы расширения, реле и светозвукового модуля (рис. 1), а также датчиков измерения скорости (рис. 2) и измерения расстояния (рис. 3). Аппаратная часть комплекса была установлена на испытательное транспортное средство, что предусматривало подключение исполнительного устройства к стоп-сигналам и к ПК с мониторинговым ПО, а также установку лидара на задний бампер транспортного средства (рис. 4) и монтаж модуля ГЛОНАСС/GPS на лобовое стекло (рис. 5).

Работа комплекса

Аппаратно-программный комплекс реализует следующий функционал по предупреждению столкновений транспортных средств из-за несоблюдения безопасной дистанции:

1. на переднем транспортном средстве измеряется расстояние до заднего транспортного средства, а также измеряется собственная скорость;

2. исполнительное устройство вычисляет безопасную дистанцию до заднего транспортного средства для данной скорости и в случае сближения заднего транспортного средства на дистанцию меньше безопасной зажигает в прерывистом режиме № 1 стоп-сигналы переднего ТС с длительностью их свечения, равной 1 с, с интервалом между зажиганиями, равным 3 с (рис. 6);

3. если заднее транспортное средство продолжает сближение с передним транспортным средством, то на дистанции в половину безопасной, вычисленной для данной скорости, исполнительное устройство зажигает стоп-сигналы переднего транспортного средства в прерывистом режиме № 2 с длительностью свечения, равной 1 с, с интервалом между зажиганиями, равным тоже 1 с.

Вычисление безопасной дистанции, нарушение которой приводит к зажиганию в прерывистом режиме стоп-сигналов переднего транспортного средства, производится по следующей формуле:

$$L_b = V * T,$$

где L_b — безопасная дистанция, м; V — скорость переднего транспортного средства, км/ч; T — время реакции водителя заднего ТС, с.

Формула учитывает скорость движения транспортного средства V (км/ч) в данный момент и время T (с), которое соответствует отрезку времени от момента восприятия водителем заднего транспортного средства сигнала о необходимости торможения (начала свечения стоп-сигналов переднего транспортного средства) до совершения необходимых для торможения действий (нажатия на педаль тормоза).

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) аппаратно-программного комплекса состоит из управляющей программы контроллера и программного обеспечения персонального компьютера (ПК), находящегося на борту испытательного ТС. Основные функции, обеспечиваемые контроллером, состоят в опросе датчиков скорости автомобиля и расстояния до транспортного средства, движущегося сзади. После расчета безопасного расстояния и определения режима предупреждения управляющая программа обрабатывает звуковую и световую индикацию, включает, если это предусмотрено режимом, стоп-сигналы испытательного ТС и передает данные в ПК через USB-интерфейс. Указанные действия повторяются в режиме бесконечного цикла.

Алгоритм был реализован в среде Arduino Wiring. ПО ПК осуществляет функции приема данных от контроллера, их индикацию и сохранение информации в файле на жестком диске ПК. При этом было предусмотрено управление некоторыми функциями исполнительного устройства. Для этого передавалась управляющая информация из ПК в контроллер исполнительного устройства, в частности, было предусмотрено дистанционное включение/отключение режима



Рис. 5. Установка модуля ГЛОНАСС/GPS BDS v3

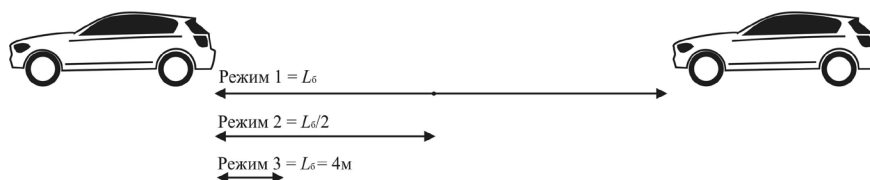


Рис. 6. Режимы работы ПО аппаратно-программного комплекса

управления стоп-сигналами испытательного ТС, а также дистанционное включение/отключение световой и звуковой индикации контроллера. ПО ПК состоит из интерфейсной и функциональной части. Функциональная часть программы реализована на языке программирования Python.

Результаты испытаний

По результатам обработки данных о минимальной дистанции до заднего транспортного средства во время движения на режимах работы аппаратно-программного комплекса № 1 и 2 был построен график распределения точек минимальной дистанции с миганием и без мигания стоп-сигналами испытательного ТС по средним значениям (рис. 7). На графике расположены усредненные данные по обоим этапам испытаний комплекса. Данные без мигания обозначены символами \circ , данные с миганием — символами \blacktriangle .

Для выделения средней минимальной дистанции, зафиксированной по результатам обоих испытаний, на графике были построены линии тренда, обозначившие максимальные концентрации точек за

меренной минимальной дистанции: синяя линия — без мигания, красная линия — с миганием стоп-сигналами. Также на графике построены линии безопасной дистанции, рассчитываемой по заданной линейной формуле: $L_b = V * T$. Зеленая линия — линия безопасной дистанции, соответствующая режиму № 1, желтая линия — линия, соответствующая режиму № 2. График демонстрирует четкую зависимость роста средней дистанции между ТС во время движения от увеличения скорости при использовании мигания стоп-сигналами по сравнению с работой комплекса без мигания.

Также видно, что при увеличении скорости транспортного средства линия средней дистанции без мигания стремится выйти на плато. Это свидетельствует о том, что водители не увеличивают дистанцию с ростом скорости, а наоборот, стараются догнать впереди идущее ТС, что значительно повышает риск попутного ДТП из-за нехватки тормозного пути в случае экстренного торможения. При работе комплекса с миганием стоп-сигналами такой тенденции не наблюдается, что однозначно подтверждает эффективность созданного аппаратно-программного

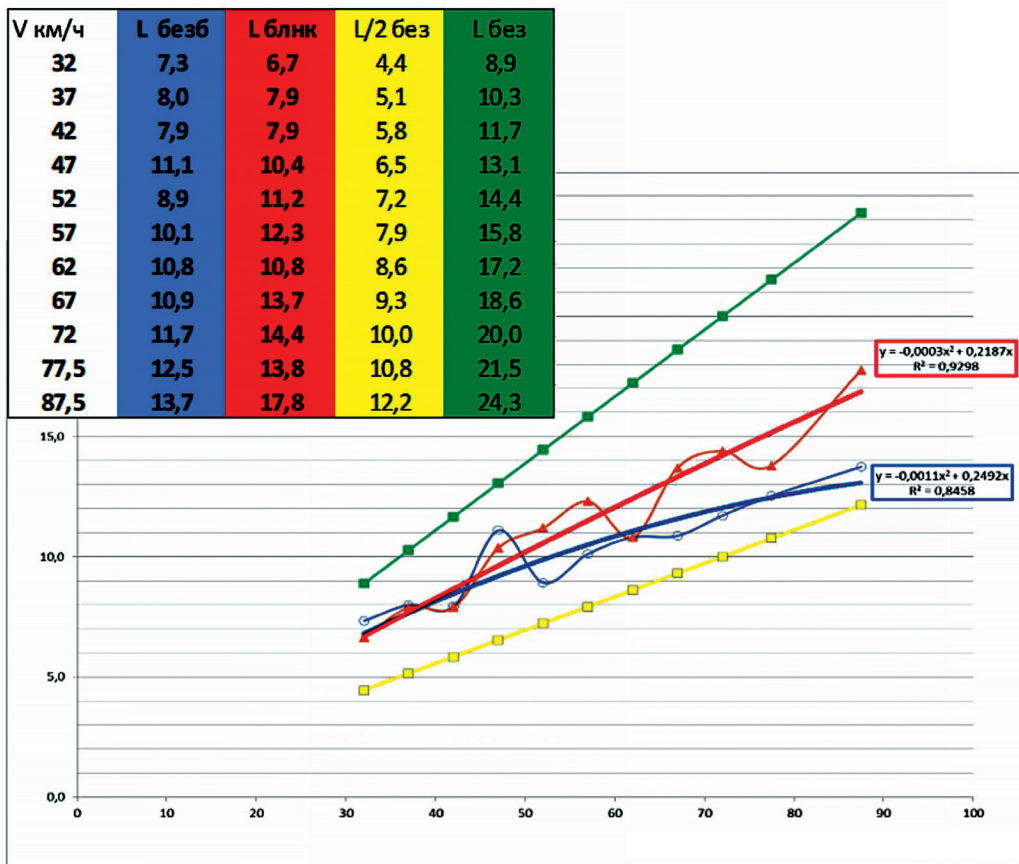


Рис. 7. График распределения точек минимальной дистанции с миганием и без мигания стоп-сигналами испытательного транспортного средства по средним значениям

комплекса предотвращения попутных столкновений ТС.

Одним из важных результатов выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по программе «Старт-1» стало получение пат. 2822940 «Способ предотвращения столкновений транспортных средств, движущихся друг за другом по одной полосе».

Перспективы использования системы

Первоочередной задачей представляется установка системы на общественный транспорт — городские и особенно на школьные автобусы. ДТП с участием автобусов потенциально опасны большим количеством пострадавших, особенно с учетом того, что, например, школьные автобусы в России, помимо ограничения скорости до 60 км/ч, не оборудованы никакими активными системами безопасности и системами помощи водителю. По мере внедрения системы «Кейди» в общественный транспорт, накопления аналитических,

статистических данных и доработки конструкции опытных образцов необходимо будет рассматривать возможность установки системы на легковые автомобили.

Массовое внедрение этой технологии позволит существенно снизить аварийность, а также уменьшить число пострадавших и погибших в ДТП.

Заключение

Разработанная система «Кейди» представляет собой инновационный аппаратно-программный комплекс, направленный на снижение аварийности на дорогах за счет предотвращения попутных столкновений. Ключевая особенность системы — использование прерывистого включения стоп-сигналов для информирования водителей о нарушении безопасной дистанции, что значительно повышает их внимательность и сокращает время реакции. Результаты испытаний подтвердили высокую эффективность системы в реальных условиях движения, показав, что внедрение

прерывистого зажигания стоп-сигналов способствует увеличению дистанции между транспортными средствами и снижению вероятности аварий.

Кроме того, адаптивность системы позволяет устанавливать ее на любые виды транспорта, включая легковые автомобили, грузовики и автобусы независимо от их возраста и конструктивных особенностей. В настоящее время никто из мировых автопроизводителей не использует прерывистое зажигание стоп-сигналов с целью раннего оповещения об опасном сближении транспортных средств, движущихся друг за другом, в момент их движения без реального торможения. Внедрение этой системы может стать важным шагом на пути к повышению безопасности на дорогах России.

Артем ГИМРАНОВ,
Вячеслав КРУЖКОВ,
Ильяс МИРГАЗЕТДИНОВ,
Александр СТЕФАШКИН,
Уфа — Москва