

Л.А. Долгова, Е.Г. Рылякин, Г.Н. Василиади

(Пензенский государственный университет архитектуры и строительства;
e-mail: triplan1979@mail.ru)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СТОЛКНОВЕНИЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Предлагается создание системы предотвращения столкновений автомобилей с использованием СВЧ-локатора.

Ключевые слова: система предотвращения столкновений автомобилей, СВЧ-локаторы.

L.A. Dolgova, E.G. Rylyakin, G.N. Vasiliadi

THE AUTOMATED SYSTEM OF THE PREVENTION CAR ACCIDENTS

The creation of the system of the prevention of collisions of cars with use of the microwave-locator is offered.

Key words: system of the prevention of collisions of cars, microwave-locator.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 21 июля 2015 г.

Разрабатывая системы предотвращения столкновений, конструкторы должны решить ряд важных задач по определению уровня опасности. Современные технологии и устройства позволяют объективно анализировать препятствие, будь это автомобиль, велосипед или неподвижный предмет на пути следования. Надо сказать, что проблемы решаются по-разному. В некоторых случаях это просто предупреждение водителя о потенциальной угрозе визуальным или звуковым сигналом. Есть системы, обеспечивающие полное торможение автомобиля. Более того, иногда продумана и система подстраховки. Когда водитель недостаточно сильно нажимает на тормоз, автомат увеличивает силу торможения сам и это сводит к минимуму опасность **дорожно-транспортных происшествий (ДТП)**. Используются несколько разных способов определения расстояния до препятствия: инфракрасный лазер, волновой радар или камера переднего вида, самостоятельно определяющая, сколько метров до предмета, представляющего угрозу. Что лучше – покажет время. Однако сегодня становится ясно, что автомобиль завтрашнего дня невозможно будет представить без системы предотвращения столкновения. Это, безусловно, повысит безопасность движения, и позволит избежать непредвиденных ситуаций и человеческого фактора [1, 2].

В настоящее время ведутся интенсивные разработки **систем предотвращения столкновений автомобилей (СПСА)** [3]. И хотя на некоторых автомобилях уже установлены некоторые элементы СПСА, проблема разработки совершенной СПСА ещё далека от решения.

Из анализа разработок СПСА следует, что их общим недостатком является использование оптического диапазона электромагнитных волн в качестве носителя информации.

Для обеспечения работы СПСА должна получать информацию об объектах возможного столкновения. Поэтому одним из устройств СПСА должно быть устройство технического зрения.

Структурную схему СПСА можно представить в следующем виде (рис. 1).



Рис. 1. Структурная схема СПСА

В качестве устройства технического зрения возможно применение различных локаторов, например:

- СВЧ-локаторы (радары);
- ультразвуковые локаторы (сонары);
- лазерные локаторы (лидары);
- инфракрасные дальномеры (ТВИК).

Следовательно, излучения оптического диапазона применяются в лазерах и инфракрасных устройствах; акустические волны – в ультразвуковых локаторах; электромагнитные волны диапазона УКВ применяются в радарх.

Поскольку задачей устройства технического зрения СПСА является распознавание дорожной обстановки: обнаружить объект, определить до него дальность $D_{об}$ и скорость сближения $V_{сбл}$, необходимо проанализировать взаимодействие соответствующих волн с атмосферой при распространении в ней.

Известно, что при распространении в атмосфере электромагнитных и акустических волн происходит их ослабление в результате поглощения и рассеивания.

Ослабление излучения подчиняется экспоненциальному закону:

$$I = I_0 \cdot e^{-\alpha R},$$

где I_0 – интенсивность излучения до ослабления;

I – интенсивность излучения после ослабления;

α – коэффициент ослабления, $км^{-1}$;

R – дальность, $км$.

Поэтому при разработке локатора СПСА необходимо учитывать особенности распространения волн в атмосфере.

Интенсивность поглощения электромагнитных волн зависит от длины волны.

На рис. 2 показана зависимость прозрачности атмосферы от длины волн электромагнитного излучения (ЭМИ).

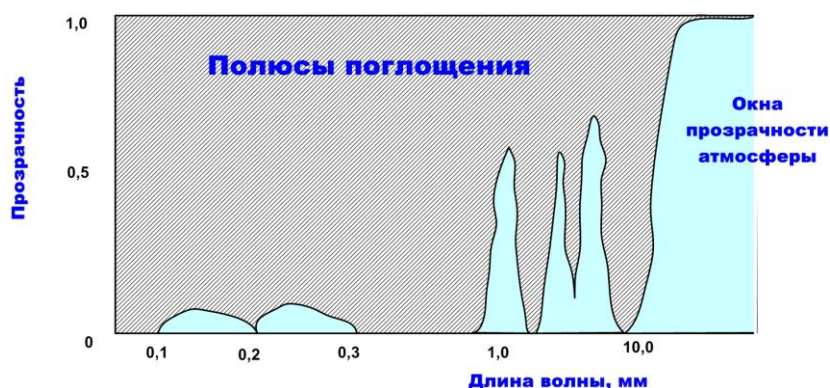


Рис. 2. Зависимость прозрачности атмосферы от длины волны ЭМИ

Как видно из диаграммы, в атмосфере есть так называемые "окна прозрачности", где затухание имеет минимальное значение. Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе длины волны радара.

Звуковые или акустические волны представляют собой упругие колебания воздушной среды. Принято считать, что скорость распространения звука есть величина постоянная и равна 330 м/с. Однако, скорость распространения звуковых волн зависит от состояния атмосферы.

На рис. 3 и в табл. 1 приведены зависимости скорости звука от температуры воздуха.

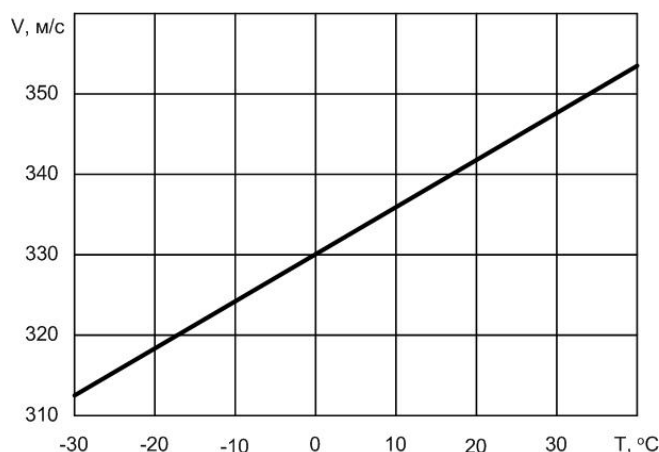


Рис. 3. Зависимость скорости звука от температуры воздуха

Таблица 1

Зависимость скорости звука при различной температуре

Температура, °C	Скорость звука		Температура, °C	Скорость звука		Температура, °C	Скорость звука	
	м/с	км/ч		м/с	км/ч		м/с	км/ч
-150	216,7	780	0	331,5	1193	100	387,1	1393
-100	263,7	949	10	337,3	1214	200	436	1569
-50	299,3	1077	20	343,1	1235	300	479,8	1727
-20	318,8	1143	30	348,9	1256	400	520	1872
-10	325,1	1170	50	360,3	1296	500	557,3	2006

Учитывая, что температура воздуха меняется в достаточно широком диапазоне, изменение скорости звука может привести к значительным ошибкам в определении расстояния до объекта и скорости сближения [4].

Это является существенным недостатком акустических локаторов. Следует отметить, что мощность пьезогенераторов, используемых как источник ультразвуковых сигналов, мала. Поэтому ультразвуковой локатор не может обеспечить необходимую дальность действия.

Диаграмма затухания волн оптического и инфракрасного диапазонов приведена на рис. 4.

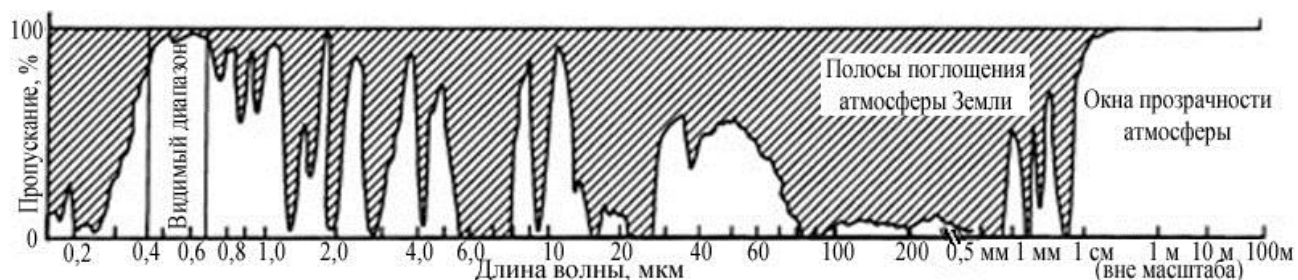


Рис. 4. Поглощение оптического и инфракрасного излучения атмосферой
Окно прозрачности атмосферы Земли: λ "большое окно" (0,3-1,3 мкм)

Как видно из диаграммы, в атмосфере имеются участки значительного поглощения и так называемые "окна прозрачности". В лазерных локаторах используются источники, генерирующие волны видимого или инфракрасного диапазонов.

Известно, что чем короче длина волны, тем значительнее затухание. В табл. 2 приведены значения коэффициентов затухания волн оптического диапазона для различных метеоусловий [5].

Таблица 2

Значения коэффициентов ослабления ЭМВ для различных метеоусловий

Метеорологические условия	Метеорологическая дальность видимости	σ_p	Метеорологические условия	Метеорологическая дальность видимости	σ_p
Очень сильный туман	< 0,02	>85,6	Слабая дымка	4	1,07
Сильный туман	0,05	85,6	Ясно	10	0,427
Умеренный туман	0,2	21,4	Очень ясно	20	0,274
Слабый туман	0,5	5,54	Исключительно ясно	50	0,0113
Сильная дымка	1,0	2,14			

Как видно из таблицы, в сложных метеорологических условиях лазерный локатор может оказаться неработоспособным.

Из вышеизложенного следует, что для реализации СПСА целесообразно использовать СВЧ-локатор.

Таким образом, структурная схема СПСА принимает вид (рис. 5).

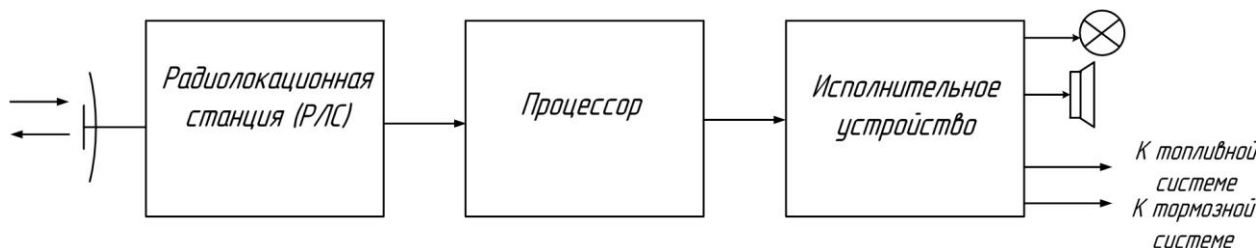


Рис. 5. Структурная схема СПСА

В качестве измерителя расстояния до препятствия можно использовать устройство, принцип работы которого основан на излучении и приеме отраженного от объекта электромагнитного импульса. В этом случае дальность до объекта D_0 может быть определена по времени задержки t_3 отраженного сигнала относительно излучаемого [6]:

$$D_0 = \frac{c \cdot t_3}{2},$$

где c – скорость распространения электромагнитных волн, м/с;

t_3 – время задержки, с.

Процессор осуществляет математические и логические операции: производит расчёт величины тормозного пути S_T , дальности до объекта D_0 . Входными данными для процессора являются следующие величины:

V_H – начальная скорость движения автомобиля, м/с;

V_K – конечная скорость движения автомобиля, м/с;

ϕ – коэффициент сцепления колес с дорогой;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

$\delta_{вр}$ – коэффициент учёта вращающихся масс;

K_3 – коэффициент снижения эффективности торможения;

c – скорость распространения электромагнитных волн, м/с.

Процессор определяет момент выдачи водителю автомобиля предупредительных звукового и светового сигналов: если расстояние до впереди идущего автомобиля D_0 становится $\leq 1,2$ длины тормозного пути, то есть если отношение $D_0/S_T = 1,2$, то водителю выдаётся звуковой и световой предупредительные сигналы.

Если отношение $D_0/S_T = 1$ и при этом $dD_0(t)/dt < 1$, то есть расстояние до объекта уменьшается, то подаётся упреждающий сигнал на исполнительное устройство, которое воздействует на подачу топлива в двигатель и на тормозную систему с целью снижения скорости движения автомобиля вплоть до полной его остановки.

При снижении скорости движения автомобиля, когда $dD_o(t)/dt = 0$, то есть расстояние между автомобилями перестает сокращаться, управляющий сигнал становится равным нулю.

Таким образом, одним из направлений обеспечения безопасности движения на автомобильном транспорте является создание автоматических систем предотвращения столкновения автомобиля, которые при помощи "технического зрения" анализируют пространственные координаты между транспортными средствами в транспортном потоке. Информация от средств технического зрения о дистанции до препятствия (или преследуемого ТС) обрабатывается в бортовом компьютере и используется для управления исполнительными механизмами, которые замедляют автомобиль для восстановления безопасной дистанции или полностью затормаживают его в экстренных случаях.

Применение СПСА на автомобильном транспорте позволит существенно снизить число ДТП, увеличить пропускную способность автомобильных дорог и скорости движения ТС без опасности ДТП от наездов и столкновений, уменьшить динамические нагрузки в элементах тормозов ТС, то есть повысить их надёжность и долговечность, снизить износ шин в эксплуатации.

Литература

1. **Аношкин П.И., Рылякин Е.Г., Жидков А.А.** Некоторые проблемы технической эксплуатации автомобилей // Сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. "Транспорт. Экономика. Социальная сфера (Актуальные проблемы и их решения)". Пенза: РИО ПГСХА, 2014. 160 с.
2. **Елистратов В.В., Безруков С.И., Стенин П.Г. и др.** Концепция развития систем предотвращения столкновений транспортных средств // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. <http://www.science-education.ru/116-12301>.
3. **Иванов А.М., Солнцев А.Н.** Перспективы развития интеллектуальных бортовых систем автотранспортных средств в Российской Федерации // Автомобильных Инженеров. № 6 (65). 2010. С. 14-19.
4. **Аношкин П.И., Долгова Л.А., Рылякин Е.Г. и др.** Основные неисправности системы питания автомобилей энергией сжатого воздуха и примерный алгоритм поиска // Сб. ст. 6-й междунар. науч.-произв. конф. "Перспективные направления развития автотранспортного комплекса". Пенза: РИО ПГСХА, 2013. С. 8-11.
5. **Власов П.А., Рылякин Е.Г., Захаров Ю.А.** Надёжность и ремонт машин: учебное пособие. Пенза: РИО ПГСХА, 2010. 60 с.
6. **Kukharev O.N., Semov I.N., Rylyakin E.G.** The technical solution for a laminated coating on a rounded surfaces // Contemporary Engineering Sciences. Vol. 8. 2015. No. 11. Pp. 481-484. <http://dx.doi.org/10.12988/ces.2015.5270>.