

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

*А.В. Пузаков, Я.Ю. Осаулко*

# **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПАРКОВКИ АВТОМОБИЛЕЙ**

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Оренбург

2018

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

П 88

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Д.А. Дрючин

**Пузаков, А.В.**

П-88 Исследование работы системы парковки автомобилей: методические указания / А.В. Пузаков, Я.Ю. Осаулко; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 55 с.

Методические указания содержат теоретический материал по теме систем парковки автомобилей и методику установки их на автомобиль.

Методические указания по выполнению лабораторной работы предназначены для обучающихся по программе высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов при изучении дисциплин «Технология тюнинговых услуг» и «Техническое обслуживание электронных систем автомобилей».

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

© Пузаков А.В.,

Осаулко Я.Ю., 2018

© ОГУ, 2018

## Содержание

Введение.....	4
1 Цель работы .....	5
2 Задание .....	5
3 Оборудование и инструмент.....	5
4 Основные теоретические сведения .....	6
4.1 Системы повышения безопасности дорожного движения .....	6
4.2 Электронные датчики кругового обзора .....	10
4.3 Системы парковки автомобилей .....	15
5 Порядок проведения работы .....	38
5.1 Установка системы парковки .....	38
5.2 Рекомендации по эксплуатации .....	44
5.3 Определение дальности срабатывания ультразвуковых датчиков .....	45
6 Контрольные вопросы .....	48
Список использованных источников .....	50
Приложение А .....	52

## **Введение**

Лабораторные работы являются одной из форм проведения занятий по дисциплинам «Технология тюнинговых услуг» и «Техническое обслуживание электронных систем автомобилей». Целью занятий является приобретение практических навыков выполнения работ по дооборудованию автомобилей и изучению работы электронных систем автомобилей.

Лабораторная работа «Исследование работы системы парковки автомобилей» посвящена вопросам практического использования систем парковки автомобилей, являющихся составной частью систем поддержки вождения водителей. Автоматические и автоматизированные системы парковки повышают безопасность движения в условиях ограниченной видимости и комфортность при движении задним ходом и маневрировании в ограниченном пространстве.

Лабораторная работа содержит описание устройства и принципа работы системы парковки автомобилей, порядок выполнения работ по установке и настройке ультразвуковых датчиков.

Контрольные вопросы позволяют оценить, как степень подготовленности студентов к защите лабораторной работы, так и общий уровень знаний по данному разделу курса.

## **1 Цель работы**

Приобрести практические навыки измерения дальности срабатывания ультразвуковых датчиков системы парковки автомобиля. Освоить технологию установки, подключения и настройки системы парковки. Сделать вывод об эффективности проведённых мероприятий и работы системы парковки в целом.

## **2 Задание**

1. Провести монтаж ультразвуковых датчиков на задний бампер автомобиля, соблюдая требуемые расстояния.
2. Установить информационный дисплей системы парковки.
3. Выполнить подключение ультразвуковых датчиков к блоку управления и информационному дисплею.
4. Провести экспериментальное определение дальности срабатывания ультразвуковых датчиков системы парковки. При необходимости произвести настройку датчиков в вертикальной плоскости.
6. Построить график зависимости дальности срабатывания ультразвуковых датчиков от их расположения по оси бампера автомобиля
7. Сделать заключение об эффективности мероприятий и работы системы парковки в целом.

## **3 Оборудование и инструмент**

Торцевые и рожковые ключи; электродрель или шуруповерт; сверло или фреза; рулетка и маркер; малярная и изоляционная ленты; шило или гвоздь; состав для обезжиривания поверхности; перчатки; парковочный радар XD-070-4.

## **4 Основные теоретические сведения**

### **4.1 Системы повышения безопасности дорожного движения**

Системы повышения безопасности нацелены на то, чтобы помочь водителю оценить дорожную ситуацию, выявить источники опасности и совершить соответствующие маневры. Задача состоит в том, чтобы, предпочтительно, полностью исключить дорожные происшествия или, как минимум, свести их последствия к минимуму.

При возникновении ситуации, опасной с точки зрения безопасности дорожного движения, зачастую всего за доли секунды решается, произойдет ли авария. Согласно исследованию, приблизительно 60% столкновений с задней частью автомобиля и приблизительно 30 % столкновений с передней частью автомобиля можно было бы избежать, если бы водитель отреагировал на опасность на полсекунды раньше. Каждой второй аварии на пересечениях дорог можно было бы избежать при условии более быстрой реакции водителя.

Благодаря вновь созданным высокочувствительным датчикам и мощным микрокомпьютерам мы еще на один шаг приблизились к созданию «интеллектуального» автомобиля. Датчики принимают информацию об окружающей обстановке, а системы повышения безопасности вырабатывают предупреждения на основе данных о выявленных объектах или непосредственно совершают требуемые маневры. Все это происходит в течение тех решающих долей секунды, которых недостаточно для реакции даже самого внимательного и опытного водителя.

Анализ причин аварий показывает, что более трети общего количества аварий произошло потому, что водитель менял полосу движения или не смог остаться на прежней полосе движения. Системы

повышения безопасности, способные обозревать «слепую зону» и подавать предупреждения об опасностях, связанных с изменением полосы движения, являются средством уменьшения количества аварий, вызванных указанными причинами.

Приблизительно еще треть аварий составляют столкновения с задней и передней частью автомобиля. Системы предупреждения столкновений могут представлять собой первый уровень защиты против таких столкновений. Вторым уровнем защиты могут быть системы ухода от столкновений, которые активно вмешиваются в управление динамикой автомобиля. Первый шаг в этом направлении уже сделан с разработкой адаптивного круиз-контроля (АСС).

Аварии, в которых участвуют пешеходы, и аварии на пересечениях дорог отличаются высоким уровнем сложности. Анализ таких сложных дорожных ситуаций по плечу только сетевым системам с возможностями интерпретации сценариев. Исследователи сейчас заняты разработкой таких систем.

Многофункциональные системы повышения безопасности делятся на следующие две категории:

- системы безопасности, нацеленные на предотвращение аварий;
- системы создания комфортных условий для водителя, имеющие в качестве перспективной цели обеспечение частичной автоматизации управления автомобилем.

Можно также выделить следующие различия между системами:

- активные системы, вмешивающиеся в управление динамикой автомобиля;
- пассивные системы, то есть такие, которые предоставляют информацию, но не вмешиваются в управление динамикой автомобиля.

На рисунке 4.1 показаны различные системы повышения безопасности. Системы пассивной безопасности (рисунок 4.1, нижний левый угол) обеспечивают функции для уменьшения последствий аварии,

такие, как подготовка к столкновению и меры защиты пешехода.



Рисунок 4.1 – Системы повышения безопасности, имеющие функции безопасности и обеспечения управления и основанные на датчиках кругового обзора

Системы помощи водителю, не вмешивающиеся в управление автомобилем (нижний правый угол) создают предпосылки для облегчения работы водителя. Такие системы подают водителю предупреждения или рекомендации относительно маневра. Средства облегчения парковки включают разнообразные функции, от простой подачи сигнала о расстоянии до помехи до частично автоматизированного движения автомобиля на свободное место для парковки, при котором водителю требуется только управлять автомобилем по продольной оси (помощник руления при парковке).

Выявление потенциально опасных объектов в «слепой зоне» осуществляется датчиками ближнего действия (например, ультразвуковыми или радарными датчиками). Видеодатчики могут быть



успешно использованы для улучшения обзора для водителя в ночное время. Система предупреждения о смене полосы движения использует видеокамеру для мысленного продолжения полосы движения перед автомобилем и предупреждения водителя об уходе с полосы движения при том, что сигнал об изменении движения не был подан. Предупреждение может быть подано в виде звукового сигнала через динамики, или механически в форме изменения усилия на рулевом колесе.

Адаптивный круиз-контроль (ACC) – одна из систем управления автомобилем (верхний правый угол иллюстрации). Более продвинутая версия этой системы снимает с водителя часть задач по управлению в сложной обстановке движения в медленном потоке и большим количеством автомобилей в потоке – сперва, задействуя тормоза до полной остановки, а затем ведя автомобиль вперед на малой скорости (ACC, функция Stop & Go). В качестве дальнейшего развития этой системы предполагается организовать взаимодействие между различными датчиками, чтобы обеспечить возможность линейного контроля автомобиля даже для езды по городу и на больших скоростях. Это будет сделано на основе интеграции данных от радаров и видеосистем.

Путем интеграции систем линейного контроля с системами бокового обзора (системами отслеживания положения на полосе тоже основанными на видеотехнологиях) теоретически возможно создать автономную систему управления. Системы отслеживания положения на полосе – это дальнейшее развитие систем предупреждения о смене полосы движения.

Активные системы безопасности дорожного движения (верхний левый угол иллюстрации) охватывают все функции, имеющие целью предотвратить аварии. Повышенные требования, предъявляемые к таким системам в отношении функциональности и надежности, распространяются от простой функции остановки автомобиля до того, как он столкнется с препятствием во время парковки, до функции компьютеризированного управления маневром для ухода от столкновений.

Функции средней сложности обеспечиваются выдачей предупреждений и прогнозов от систем безопасности дорожного движения. В этот ряд включены такие функции, как предупредительное задействование тормозов при обнаружении опасности, посредством кратких циклов торможения (кинестетическое предупреждение водителю), вплоть до экстренного торможения.

## **4.2 Электронные датчики кругового обзора**

Применение электронных систем кругового обзора позволяет обеспечить ряд функций облегчения труда водителя – как предупредительных, так и активного вмешательства в управление. На рисунке 4.2 показана дальность обнаружения для различных датчиков систем кругового обзора, используемых в настоящее время.

### **Очень малая дальность.**

Система помощи при парковке ParkPilot действует на очень малой дальности посредством ультразвука. Используемые в настоящее время датчики имеют дальность приблизительно 2,5 м. Версии датчиков с дальностью свыше 4 м также используются в более продвинутых системах помощи при парковке и для перемещения автомобиля на свободное место для парковки.

Во время маневров для парковки система ParkPilot, основанная на ультразвуке, может использоваться в сочетании с видеодатчиками, установленными в задней части автомобиля.

### **Большая дальность.**

Большая дальность обеспечивается применением радаров большой дальности (LRR) в системах повышения безопасности движения. В данное время используются датчики с рабочей частотой 76,5 ГГц и дальностью примерно 200 м.



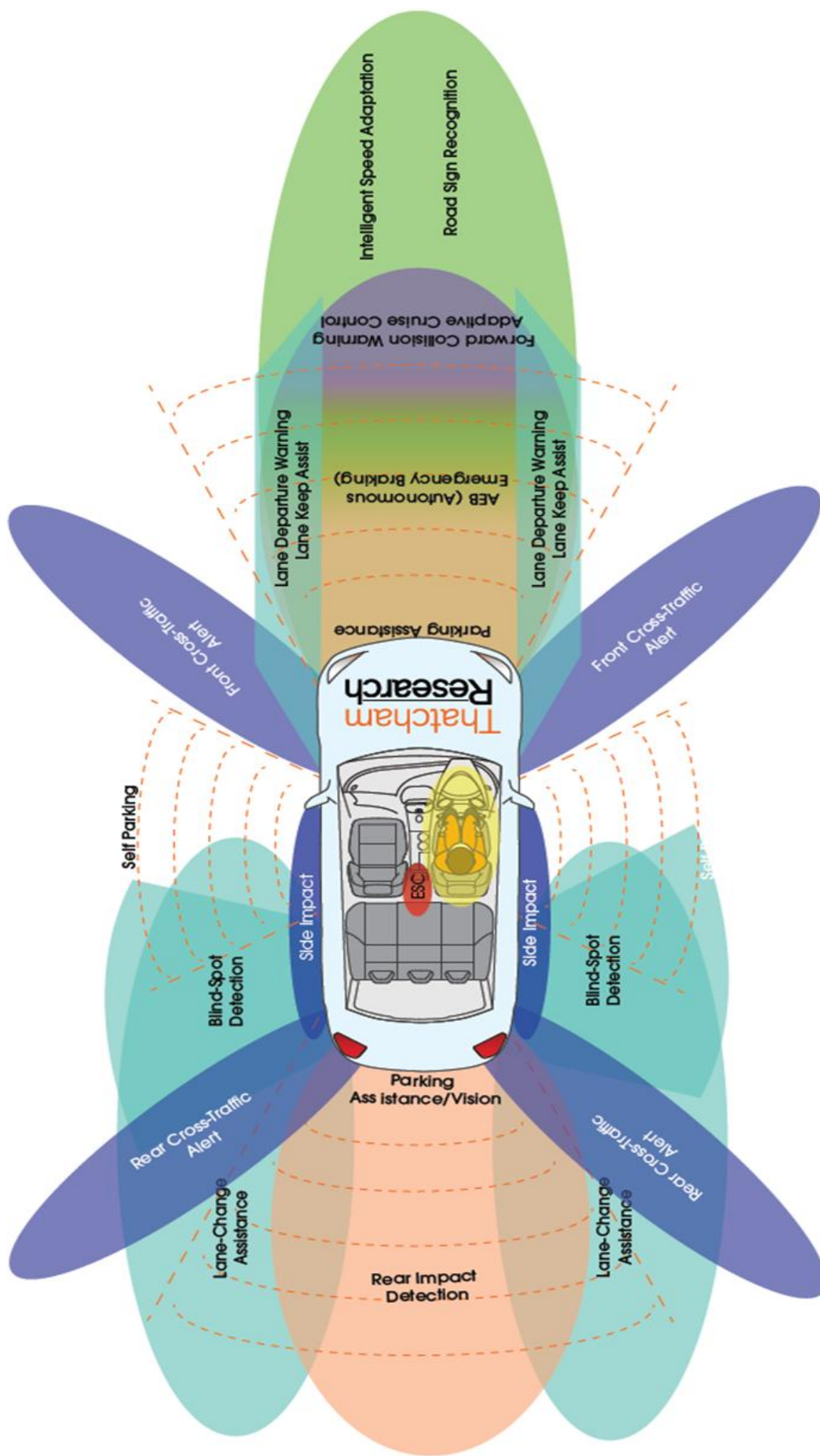


Рисунок 4.2 – Дальность обнаружения систем кругового обзора

### **Малая дальность.**

Ультразвуковые датчики с увеличенной дальностью могут использоваться в качестве «виртуального щита безопасности» вокруг автомобиля, с определенными ограничениями (до 20 м). Этот щит может выполнять ряд функций. Во-первых, сигналы от помех, находящихся в пределах этой дальности, предупреждают водителя о потенциально опасных ситуациях; во-вторых, эта система служит источником данных для систем безопасности и создания комфорта и удобства работы для водителя. Эти датчики могут также обеспечивать обзор даже в «слепых зонах». Для обеспечения большей дальности могут использоваться датчики радаров ближнего действия (SRR) с рабочей частотой 24 ГГц.

### **Средняя дальность.**

Начиная с 2005 года серийно выпускаются автомобили, оборудованные системами улучшения обзора в ночное время. В будущем такие системы будут играть ключевую роль среди систем повышения безопасности, поскольку они не только выполняют ряд функций для облегчения управления автомобилем, но и специально предназначены для анализа визуальной информации (классификация объектов).

При выполнении функции улучшения видимости в ночное время, пространство перед автомобилем подсвечивается инфракрасным лучом. На дисплее показано изображение от камеры, которая работает также в инфракрасном диапазоне. Поле зрения для водителя увеличивается до 150 м и более, причем инфракрасный луч не слепит других водителей и может быстрее идентифицировать помехи и опасности в темноте.

Дневная и ночная камера фронтального обзора помогает обеспечивать ряд функций, например, определение полосы движения и дорожных знаков. Система определения полосы движения помогает определять границы и направление полосы движения. Если есть опасность ухода автомобиля с полосы, система подает предупреждение водителю. При дальнейшем развитии этой системы можно обеспечить функцию

автоматизированной помощи водителю для удержания автомобиля на полосе движения, когда система возвращает автомобиль на полосу, повернув рулевое колесо. В сочетании с системой круиз-контроля может быть сформирована идеальная система облегчения управления автомобилем в условиях плотного медленного потока.

Еще одна функция, для которой пригодятся данные от видеосенсоров – распознавание дорожных знаков. Эта система может распознавать и анализировать дорожные знаки (например, ограничение скорости или запрет обгона). Затем на комбинации приборов отображается последний из распознанных дорожных знаков. При превышении скорости подается предупреждение водителю.

Камера фронтального обзора также помогает датчикам системы круиз-контроля, не только измеряя расстояния до объектов, но и помогая затем в их идентификации. Сочетание видеосистемы с радаром дальнего действия дает синергетический эффект – и дальность обнаружения, и надежность идентификации объектов существенно улучшаются для системы круиз-контроля.

Камера заднего обзора обеспечивает важные преимущества, если программы обработки изображения идентифицируют обнаруженные объекты и подают сигналы водителю в случае необходимости. Такая необходимость может возникнуть, например, если смена полосы движения может быть опасной, так как быстро приближается другой автомобиль по соседней полосе.

В настоящее время в системах повышения безопасности, обеспечивающих информирование водителя, используются видеотехнологии. Современные видеодатчики пока еще далеки от возможностей человеческого глаза в отношении разрешающей способности, чувствительности и световосприятия. Однако, развитие методов обработки изображений расширяет возможности этих датчиков.

### **Синтез информации от датчиков.**

Для того чтобы обеспечить гибкость функций помощи водителю и одновременно получить возможность идентификации нескольких объектов одновременно, в будущем предполагается совместно обрабатывать сигналы от многих датчиков. Эта процедура именуется «синтезом информации от датчиков». Она позволяет системам повышения безопасности формировать цельную реалистичную картину дорожной обстановки. Таким образом, информация о дорожной обстановке оказывается более надежной, чем, если бы она формировалась на основе данных от отдельных датчиков.

В будущем системы повышения безопасности будут постепенно включать в себя функции все новых и новых датчиков и устройств, и будут получать новые связи с другими системами автомобиля.

### **4.3 Системы парковки автомобилей**

Парковочная система (система помощи при парковке, парктроник) является вспомогательной системой активной безопасности автомобиля, облегчающей процесс парковки. Наибольшая эффективность от применения парковочной системы реализуется при движении автомобиля задним ходом, в темное время суток, при сильной тонировке стекол, а также в стесненных условиях (парковка, гараж и др.).

Во многих современных конструкциях автомобилей, имеющих клинообразную форму и, как следствие, низкий коэффициент аэродинамического сопротивления, значительно ограничена обзорность сзади, из-за чего затруднено или даже невозможно распознавание препятствий позади автомобиля. Эффективную помощь водителю при установке автомобиля на стоянку оказывают вспомогательные средства в виде ультразвуковых датчиков. С их помощью контролируется зона

приблизительно от 20 до 250 см позади или, при необходимости, впереди автомобиля.

Система обнаруживает препятствия, и расстояние от них до автомобиля обозначается визуальными или звуковыми сигналами. Многие производители автомобилей предлагают вспомогательные средства для парковки в качестве дополнительной опции; в некоторых автомобилях такие средства устанавливаются в стандартной комплектации. Для оборудования уже сошедших с конвейера автомобилей предлагаются системы, адаптируемые для различных моделей автомобилей. Эти системы должны иметь возможность работать на как можно более разнообразных моделях. Угол установки и расстояние между датчиками определяются для каждой конкретной модели автомобиля. Эти параметры принимаются во внимание в алгоритмах обработки данных.

Парковочные системы можно условно разделить на две большие группы – пассивные (предупреждающие) и активные (автоматические)

Пассивные парковочные системы (звуковая система, система с одной видеокамерой заднего вида и система с несколькими видеокамерами) представляют только необходимую для парковки информацию, при этом управление автомобилем осуществляется водителем. Активные парковочные системы обеспечивают парковку автомобиля в автоматическом или автоматизированном (автоматически выполняются отдельные функции) режиме.

#### **4.3.1 Пассивные (предупреждающие) системы**

Известными пассивными парковочными системами являются:

- Parktronic System (PTS) на автомобилях Audi;
- Acoustic Parking System (APS) на автомобилях Audi;
- Optical Parking System (OPS) на автомобилях Audi;
- Parking Distance Control (PDC) на автомобилях BMW;



– Park Assistant на автомобилях Opel.

Пассивные парковочные системы устанавливаются на автомобиль при покупке в качестве опции или отдельно. На один автомобиль может быть установлено несколько пассивных парковочных систем. В основу их работы положен контроль расстояния до препятствия и информирование водителя об этом

Торговое название Parktronic System (парктроник), ввиду его популярности, стало нарицательным именем большинства пассивных парковочных систем, устанавливаемых на автомобили. Конструктивно парктроник включает датчики парковки, электронный блок управления и устройство индикации.

Звуковая система позволяет водителю по звуковым сигналам, находящимся на рабочем месте водителя, оценить расстояние до ближайшего препятствия. Она состоит из нескольких датчиков (передающих и принимающих) в переднем и заднем бампере автомобиля, основного блока управления, блока управления дисплеем, зуммеров, дисплея.

Как правило, если система предупреждения установлена только в задней части автомобиля, она имеет четыре ультразвуковых датчика в заднем бампере; некоторые автомобили большого размера, например, внедорожники, оборудуются шестью датчиками. Система предупреждения в передней части автомобиля оборудуется четырьмя или шестью дополнительными ультразвуковыми датчиками в переднем бампере (рисунок 4.3).

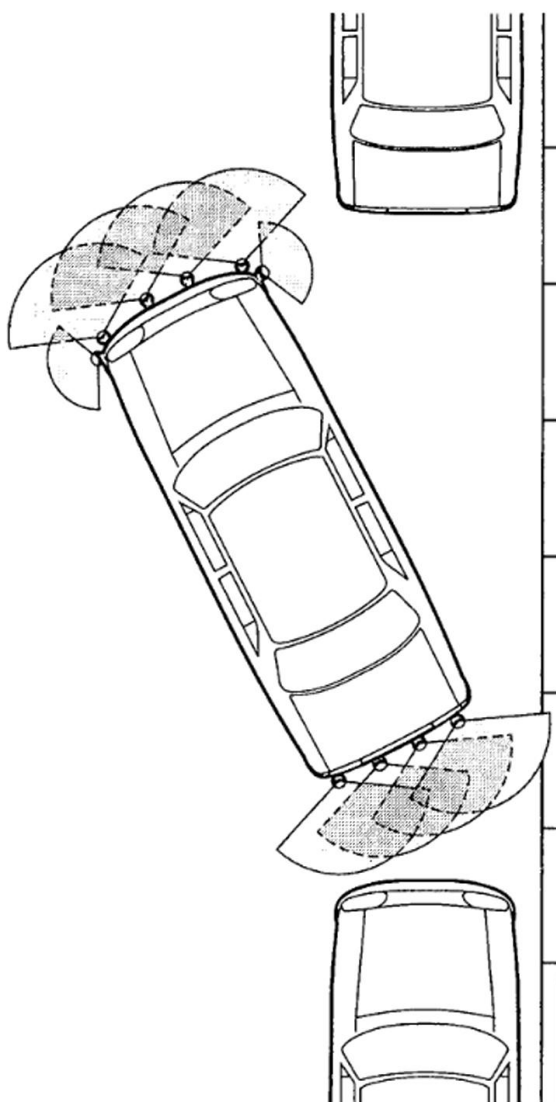
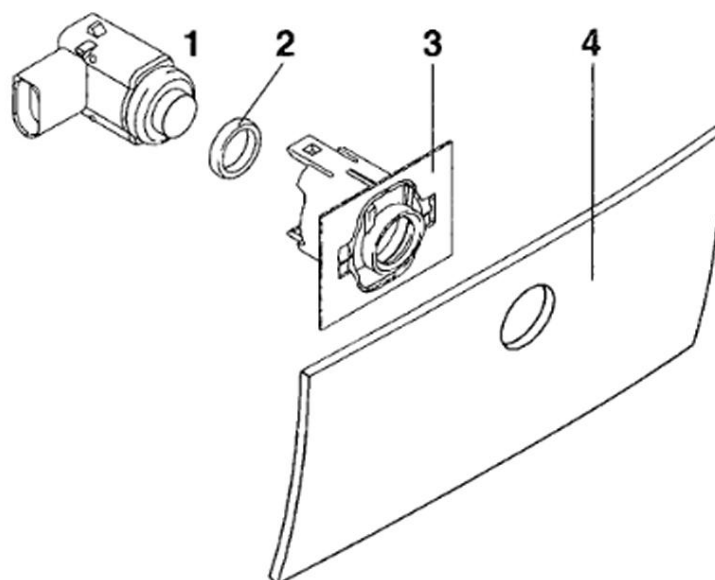


Рисунок 4.3 – Сканирование парковочной системы с круговым обзором

Датчики надежно крепятся на бампере в определенных положениях с помощью специальных кронштейнов (рисунок 4.4). Датчик выполнен из алюминиевого корпуса с селективной степенью затухания пьезоэлектрической пластины в качестве генератора сигналов и снабжен электронной схемой для генерирования ультразвуковых волн и оценки отраженных и принимаемых волн.



1 – датчик; 2 – изолирующая прокладка; 3 – корпус датчика; 4 – бампер

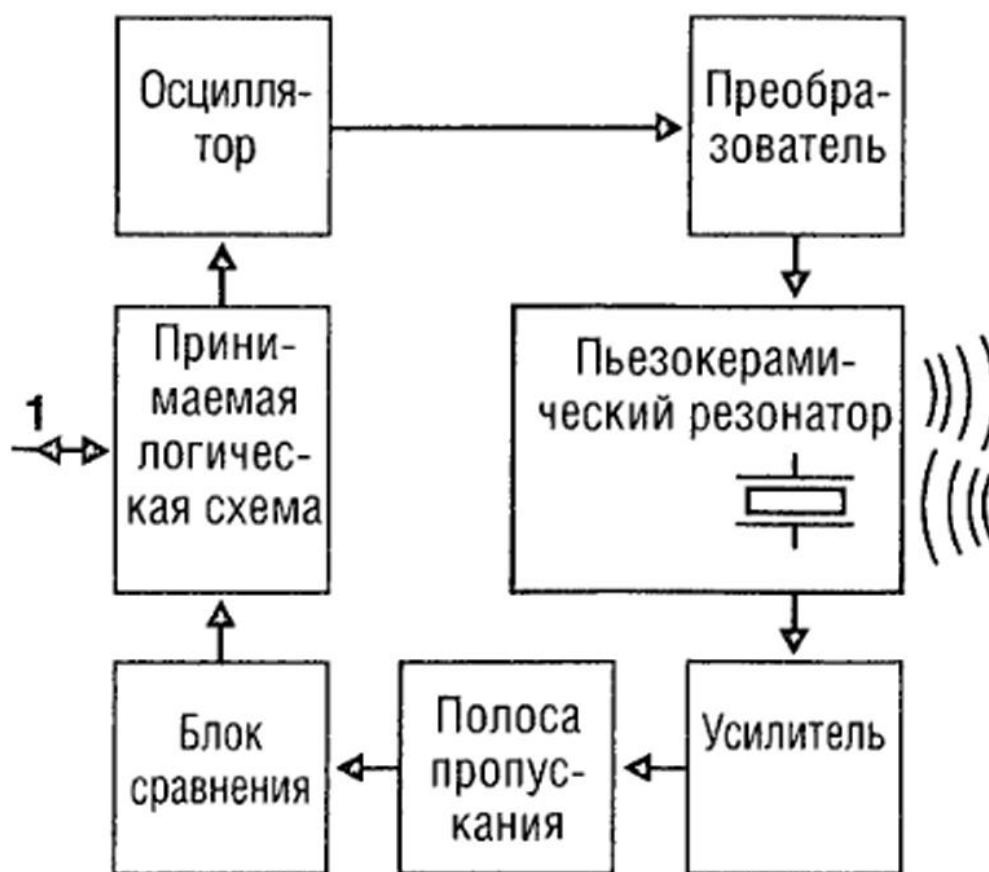
Рисунок 4.4 – Принципы установки ультразвукового датчика в бампере

Эта система приводится в действие автоматически при включении задней передачи. Система предупреждения в передней части автомобиля автоматически приводится в действие, если скорость автомобиля падает ниже порога приблизительно в 15 км/ч. Во время работы функция самопроверки обеспечивает постоянное слежение за исправностью работы всех компонентов.

Ультразвуковые датчики представляют собой небольшие приемопередающие модули (рисунок 4.5). Сам датчик состоит, в основном, из пластмассового корпуса с гнездами для подключения и алюминиевой мембраны, к внутренней стороне которой подсоединен пьезокерамический резонатор в форме тонкого диска. Этот резонатор может работать, как передатчик (динамик) или как приемник (микрофон). Электронные схемы для включения датчика и обработки сигнала расположены на печатной плате внутри корпуса.

Они электрически соединены с ЭБУ с помощью трех выводов, два из которых – питающие. Третий, служащий в качестве двунаправленной

сигнальной линии, используется для активизации функции передачи сигналов и принятия возвращенного сигнала в ЭБУ. Когда датчик получает от блока управления цифровой импульс на передачу сигнала, электронная цепь подает на алюминиевую мембрану импульсы возбуждения с квадратной формой волны на резонансной частоте, вызывая вибрацию мембраны, которая испускает ультразвуковые волны с частотой приблизительно 48 кГц (рисунок 4.6). Диафрагма, которая со временем приходит в состояние покоя, снова начинает вибрировать под действием звуковых волн, отраженных от препятствия. Эти вибрации преобразуются пьезоэлектрической пластиной в аналоговый электрический сигнал, который затем усиливается и преобразуется в цифровой.



1 – к ЭБУ

Рисунок 4.5 – Блок-схема ультразвукового датчика

Принцип работы датчиков базируется на излучении ультразвукового сигнала, не воспринимаемого человеком. Этот сигнал распространяется в виде звуковых волн в окружающей среде с постоянной скоростью. Звуковые волны представляют собой происходящие концентрические волнообразные изменения плотности и давления частиц окружающего воздуха. Скорость распространения звука зависит от плотности среды, в которой он движется. При нормальном давлении (1 бар) и температуре 20 °С звук распространяется в воздухе со скоростью 343 м/с.

Зависимость скорости распространения звука от температуры является основанием для использования системой управления сигнала от датчика наружной температуры в качестве корректирующей величины. Звуковые волны, попадая на предмет (например, на стену), отражаются от него в степени, зависящей от характеристик предмета. Это означает, что звуковые волны возвращаются к датчику и принимаются его микрофоном. При этом датчик измеряет время, прошедшее между отправкой сигнала и приемом отраженных волн. На основании измерения этого времени блок управления может определить расстояние от автомобиля до предмета.

При определении дальности при помощи ультразвука (рисунок 4) датчики излучают ультразвуковые импульсы и измеряют время, за которое импульсы, отраженные от объектов, возвращаются обратно. Расстояние между датчиком и ближайшим объектом вычисляется из соотношения времени возврата первого отраженного импульса и скорости звука с по следующей формуле

$$L = 0,5 \cdot t_e \cdot c \quad (1)$$

где  $t_e$  – время возврата ультразвукового сигнала, с;

$c$  – скорость звука в воздухе ( $c \approx 340$  м/с).



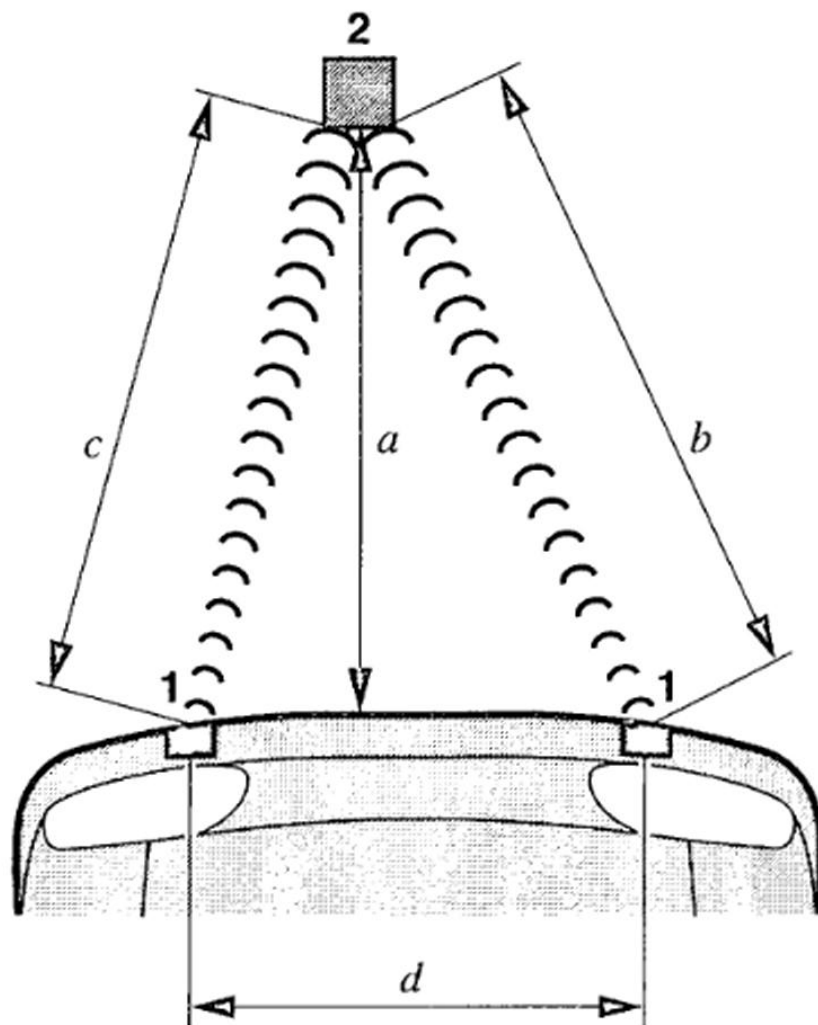
а – настройка: ультразвуковой импульс излучается передатчиком, отражается от препятствия и приходит на приемник, б – характеристики сигнала

Рисунок 4.6 – Принципы измерения дальности ультразвуком (эхолокация)

Геометрическое расстояние  $a$  между препятствием и передней частью автомобиля определяется методом триангуляции на основе полученных данных (расстояний  $b$  и  $c$ ) от двух ультразвуковых датчиков, установленных на расстоянии  $d$  друг от друга (рисунок 4.7).

Расстояние  $a$  рассчитывается по следующей формуле

$$a = \sqrt{c^2 - \frac{(d^2 + c^2 - a^2)^2}{4 \cdot d^2}} \quad (2)$$

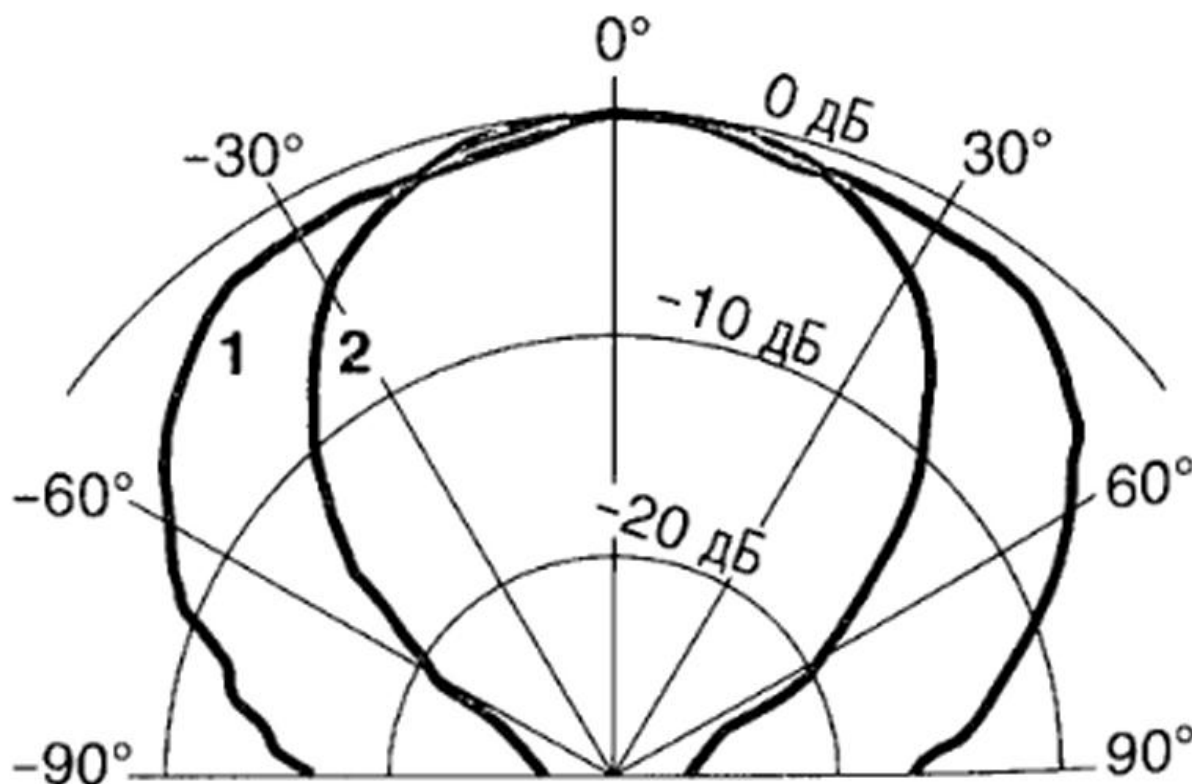


$a$  – расстояние от бампера до препятствия;  $b$  – расстояние датчика 1 до препятствия;  $c$  – расстояние от датчика 2 до препятствия;  $d$  – расстояние датчика 1 до датчика 2; 1 – ультразвуковые датчики; 2 — препятствие (например, столб)

Рисунок 4.7 – Определение расстояния до препятствия при помощи ультразвука

Чтобы система могла исследовать как можно более широкую зону, ее детекторные характеристики должны отвечать определенным требованиям. Горизонтальная часть характеристики должна иметь более широкий угол охвата: с другой стороны, по вертикали требуется достичь компромиссной характеристики. Чтобы избежать помех из-за отражений от поверхности дороги, угол обзора не должен быть слишком широким; однако, существующие препятствия должны обнаруживаться надежно. На

рисунке 4.8 показаны характеристики излучения по горизонтали и вертикали.



1 – по горизонтали, 2 – по вертикали

Рисунок 4.8 – Схема излучения антенны ультразвукового датчика

Современные датчики позволяют изменять угол обнаружения препятствия в определенных пределах, что позволяет добиться оптимальной настройки в соответствии с геометрией бампера и корпуса автомобиля. Компактная конструкция этих датчиков является благоприятным фактором, в особенности, учитывая требования к улучшенной безопасности пешеходов в конструкции бамперов.

Передаваемые уровни соответствуют напряжению логической схемы и, следовательно, нечувствительны к возмущению, поэтому отсутствует необходимость в экранировании сигнальных линий.

Датчики включаются циклически каждые 25 мс и генерируют ультразвуковой импульс продолжительностью примерно 1 мс. Все датчики затем переключаются на режим «прослушивания» для того, чтобы



воспринимать отраженные волны. Расстояние до препятствия, от которого отражаются волны, вычисляется посредством оценки длительности прохождения сигнала (длительности прохождения волн от передатчика до принимающего датчика). Наикратчайшее расстояние от препятствия до бампера показывается водителю на дисплее.

При движении вперед со скоростью ниже 15 км/ч работают только датчики, расположенные на переднем бампере. Во время переключения на передачу заднего хода приводятся в действие датчики на заднем бампере

Блок управления системой служит для подачи напряжения питания к датчикам, оценки и обработки сигналов датчиков, управления предупреждающими зуммерами, передачи блоку управления передней панели управления, индикации и выдачи информации данных, необходимых для вывода изображения на дисплей.

ЭБУ содержит стабилизатор напряжения для датчиков, интегрированный микропроцессор и все промежуточные схемы, необходимые для адаптирования различных входных и выходных сигналов. Программное обеспечение предполагает выполнение следующих функций:

- активация датчиков и прием отраженных сигналов;
- измерение времени получения отраженного сигнала и расчет расстояния до препятствия;
- активация системы предупреждения;
- оценка входных сигналов от систем автомобиля (например, сигнал о включении задней передачи);
- контролирование работы компонентов системы, включая накопление отказов;
- обеспечение функций диагностики.

Звуковой сигнал подается предупреждающими зуммерами. Расстояние, на котором датчики парковочной системы однозначно различают препятствия, зависит от места их установки:

- боковой задний датчик — примерно 60 см;
- боковой передний датчик — примерно 90 см;
- средний задний датчик — примерно 120 см;
- средний передний датчик — примерно 160 см .

Прерывистый сигнал становится непрерывным, когда расстояние до препятствия сокращается до следующих значений:

- спереди — примерно 25 см;
- сзади без тягово-сцепного устройства — примерно 30 см;
- с тягово-сцепным устройством — примерно 35 см.

Звуковая система парковки включается автоматически.

При наличии дисплея в дополнение к звуковому предупреждению на нем отображается фактическое расстояние от отдельных датчиков до имеющихся препятствий. Контролируемая зона разбита на секторы по числу датчиков. В каждом из секторов имеется красная метка, которая отмечает расстояние между датчиком и ближайшим к нему препятствием. Когда расстояние между автомобилем и препятствием сокращается, соответствующая красная метка на экране приближается к автомобилю.

Система обзора окружающего пространства с одной или несколькими камерами заднего вида. Камера заднего вида является дополнением к звуковой системе парковки и позволяет контролировать ситуацию позади автомобиля, передавая изображение на дисплей. Камера встраивается в ручку двери багажного отсека и позволяет водителю видеть то, что происходит сзади. Изображение с камеры появляется на дисплее автоматически при включении передачи заднего хода

Парковочный ассистент и камера заднего вида лишь помогают водителю в обзоре пространства вокруг автомобиля и оценке расстояния до препятствий, поэтому впоследствии стали применять более совершенные системы парковки

Следующим поколением развития парковочных систем являются активные парковочные системы.

### **4.3.2 Система автоматической парковки (парковочный автопилот)**

Система автоматической парковки (интеллектуальная система помощи при парковке, парковочный автопилот) относится к активным парковочным системам, так как обеспечивает парковку автомобиля в автоматическом или автоматизированном режиме.

Такая система осуществляет не только осмотр пространства вокруг автомобиля, но и самостоятельно поворачивает рулевое колесо с электроусилителем рулевого управления при парковке автомобиля задним ходом. Водитель при этом управляет во время парковки педалями акселератора, сцепления или тормоза. При необходимости в любой момент времени водитель может взять на себя контроль рулевого управления и прервать процесс автоматической парковки

Наряду с парковкой автомобиля задним ходом к правой стороне дороги, в системе предусмотрена возможность парковки и к левой стороне дороги, например для улиц с односторонним движением.

Различные системы автоматической парковки помогают при выполнении параллельной и перпендикулярной парковок. Более распространены системы с параллельной парковкой.

Известными интеллектуальными системами помощи при парковке являются:

- Park Assist на автомобилях Volkswagen;
- Park Assist Vision на автомобилях Volkswagen;
- Intelligent Parking Assist System на автомобилях Toyota, Lexus;
- Remote Park Assist System на автомобилях BMW;
- Active Park Assist на автомобилях Mercedes-Benz, Ford;
- Advanced Park Assist на автомобилях Opel.

Парковочный автопилот является примером взаимодействия различных систем автомобиля с использованием коммуникаций по шине CAN для выполнения комплексной функции, например активного руления при парковке. Наряду с парковочным автопилотом, задействованы следующие системы: курсовой устойчивости; управления двигателем и коробкой передач; электромеханический усилитель рулевого управления; тормозная система с ABS и ESP; электронные составляющие приборной панели и рулевой колонки; система распознавания прицепа.

Конструкция системы автоматической парковки включает ультразвуковые датчики, выключатель, электронный блок управления, а также исполнительные устройства перечисленных выше систем автомобиля.

Электронный блок управления принимает сигналы от ультразвуковых датчиков и преобразует их в управляющие воздействия на исполнительные устройства.

Парковка транспортного средства может осуществляться двумя способами: непосредственно водителем с помощью предлагаемых системой инструкций или автоматически без участия водителя

Визуальные и тестовые инструкции водителю выводятся на информационный дисплей. Они касаются рекомендаций по повороту рулевого колеса на определенный угол и направлению движения. Такой способ автоматизированной парковки используется в системе Advanced Park Assist.

Процесс парковки задним ходом с использованием парковочного автопилота можно разделить на четыре этапа:

- 1) активирование парковочного автопилота;
- 2) поиск подходящего свободного места на стоянке;
- 3) парковка с использованием функции руления;
- 4) завершение процесса парковки.

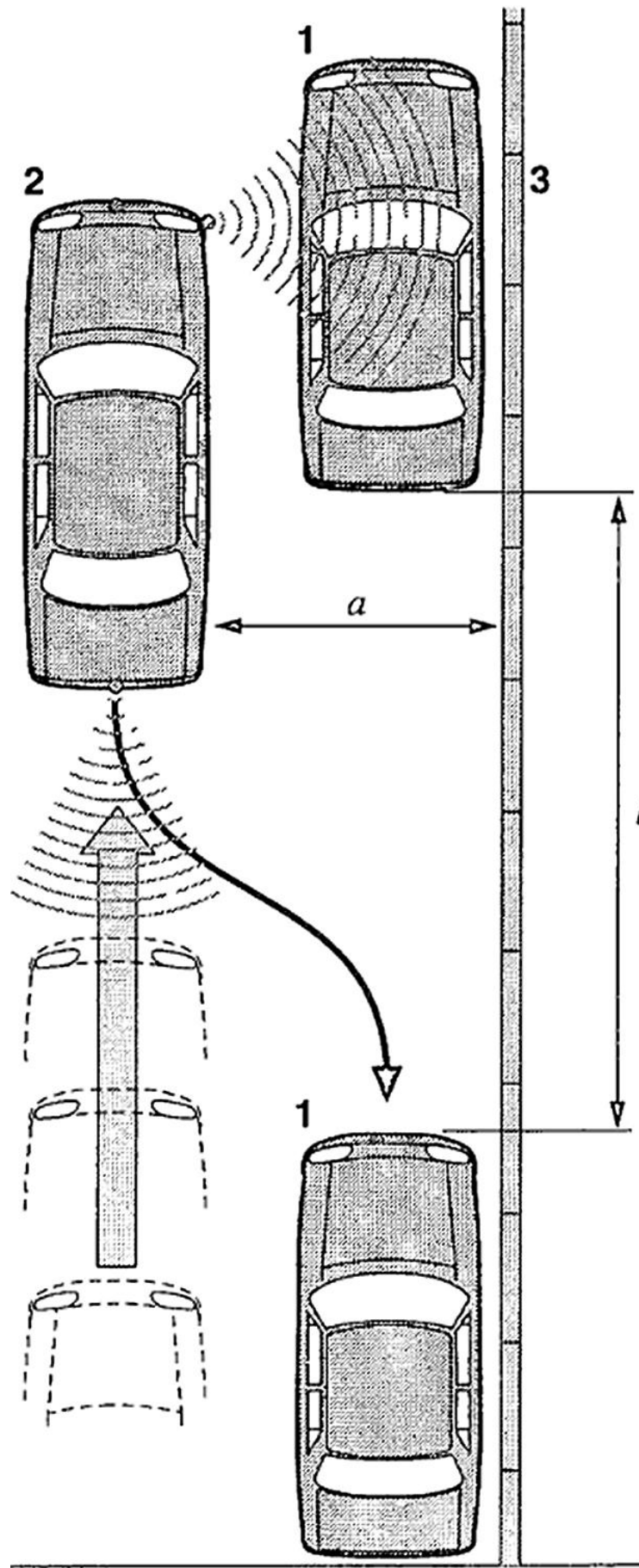


Рисунок 4.9 – Поиск свободного места системой автоматической парковки

### **Активирование парковочного автопилота.**

Парковочный автопилот имеет отдельные функции парковочного ассистента и самостоятельного поворота рулевого колеса при парковке. Включение и выключение этих функций осуществляется двумя разными кнопками. Сначала водитель должен решить, будет ли он самостоятельно парковать автомобиль, пользуясь при этом системой контроля дистанции при парковке, или это выполнит парковочный автопилот задним ходом, предоставив водителю управление только педалями акселератора, сцепления и тормоза.

Водитель должен выбрать, будет он парковаться задним ходом к правой стороне дороги или же парковка будет произведена к левой стороне дороги (например, при движении по улице с односторонним движением). Возможно также самостоятельно припарковать автомобиль, а парковочный автопилот использовать лишь для поиска подходящего свободного места на парковке

Поиск подходящего свободного места на стоянке. Измерение размеров подходящего свободного места на парковке осуществляется при помощи ультразвуковых датчиков, расположенных по обеим сторонам автомобиля. Для проведения измерения свободного места на парковке скорость автомобиля не должна превышать 30 км/ч. На скорости от 30 до 45 км/ч датчики парковочного автопилота отключаются. В этом случае система считает, что процесс поиска прерван и будет продолжен в другом месте. При скорости движения выше 45 км/ч парковочный автопилот отключается полностью, при необходимости его следует активировать заново. При скорости движения ниже 30 км/ч и расстоянии до припаркованных автомобилей от 0,5 до 1,5 м парковочный автопилот начинает поиск подходящего места для парковки на правой стороне дороги (рисунок 4.9).

Если в процессе поиска свободного места на парковке система регистрирует, что угол между осью автомобиля и бордюром или линией припаркованных автомобилей становится больше  $20^\circ$  (рисунок 4.10), то парковочный автопилот воспринимает это не как парковку, а как другой маневр, например разворот, и прерывает процесс поиска.

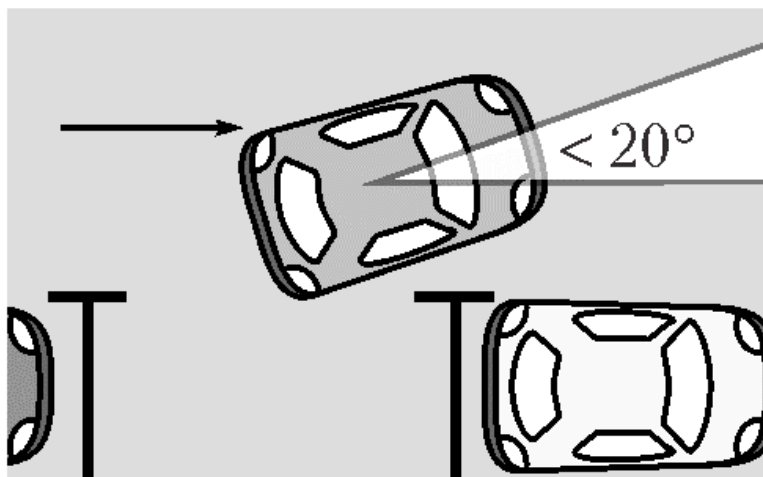


Рисунок 4.10 – Прерывание процесса поиска

Для определения величины угла прохождения парковочный автопилот может исследовать и сравнивать с осью автомобиля разные препятствия: линию, образованную припаркованными автомобилями; бордюр; стены домов или заборы. Для анализа используется лишь ближайшее к автомобилю препятствие. До тех пор, пока не найдено подходящее свободное место на парковке, край дороги на экране дисплея автомобиля отображается в виде непрерывной последовательности заштрихованных прямоугольников (рис 4.11).

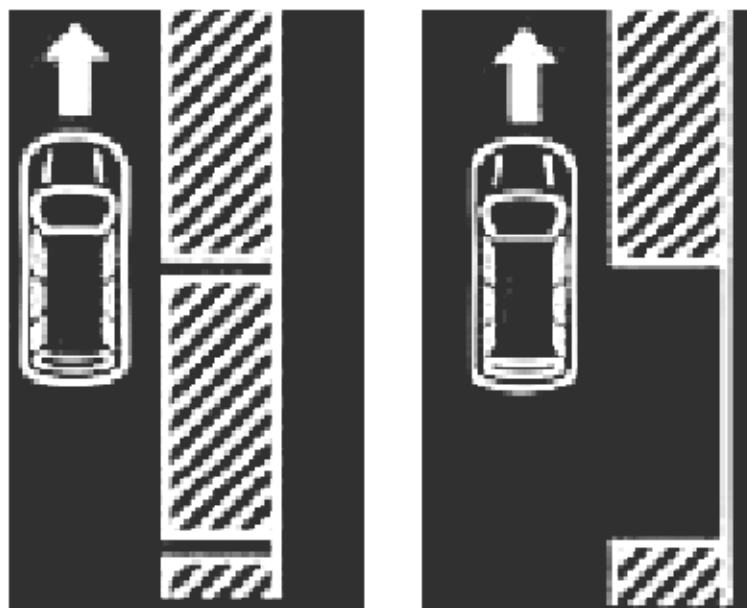


Рисунок 4.11 – Отображение свободного места при парковке

Если свободное место подходит для парковки автомобиля, то оно отображается в виде свободного пространства между заштрихованными прямоугольниками (рисунок 4.11). Одновременно система проверяет, находится ли автомобиль в правильном положении по отношению к свободному месту на парковке, достаточно ли расстояние автомобиль проехал вперед для того, чтобы въехать в свободное место, и параллельна ли ось автомобиля свободному месту на парковке или краю дороги

Если достигнуто правильное положение, то появляется стрелка (рисунок 4.12), показывающая, что парковочный автопилот готов к выполнению функции руления. Это произойдет только в том случае, если автомобиль не движется. Буква R на изображении автомобиля указывает, что водитель должен самостоятельно включить передачу заднего хода.





Рисунок 4.12 – Отображение начала парковки

Минимальный размер места для парковки определяется на основании длины автомобиля и необходимого для маневрирования расстояния с учетом безопасного расстояния. Общая длина выбирается таким образом, чтобы автомобиль мог припарковаться в один прием. Это означает, что парковочный автопилот должен расположить автомобиль так, чтобы водителю осталось лишь немного подать автомобиль вперед для выравнивания автомобиля после процедуры парковки.

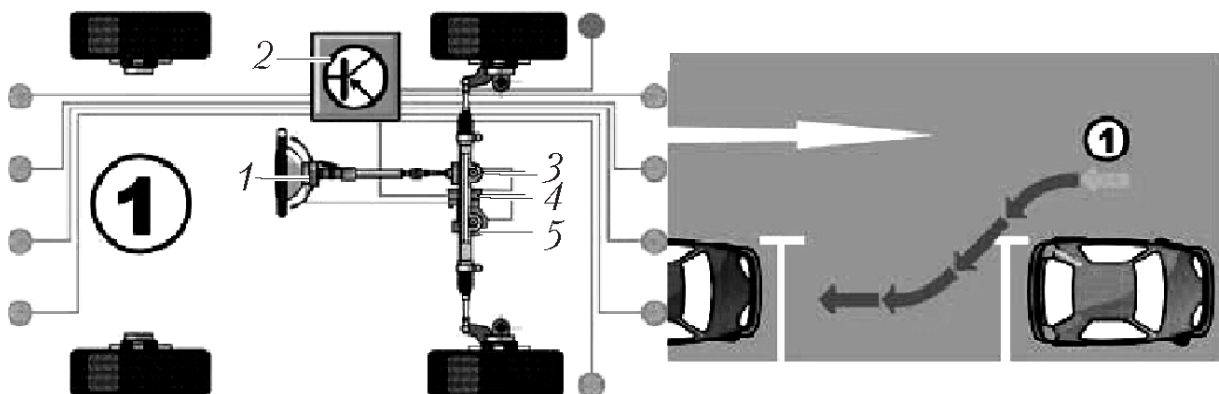
#### **Парковка с использованием функции руления.**

Водитель запускает процесс автоматической парковки следующим образом: на стоящем автомобиле он включает передачу заднего хода, нажимает на педаль акселератора и отпускает педаль тормоза. При этом водитель не должен поворачивать рулевое колесо. Соответствующая индикация на дисплее комбинации приборов указывает лишь на то, что включен режим автоматического руления, и водитель должен следить за обстановкой вокруг автомобиля, чтобы в случае опасности прервать процесс парковки или завершить его вручную.

Процесс парковки автомобиля задним ходом поделен блоком управления парковочного автопилота на пять этапов. Это необходимо

потому, что система не имеет возможности непосредственного визуального контроля для реагирования на индивидуальное развитие процесса. Проще говоря, в «памяти» сохранен стандартизированный процесс парковки, который при необходимости воспроизводится в пять этапов. Таким образом, парковочный автопилот поэтапно следует заранее заданной траектории

Сначала колёса приводятся в положение прямолинейного движения, и автомобиль немного проезжает назад, как только водитель нажимает на педаль акселератора и отпускает педаль тормоза (рисунок 4.13).

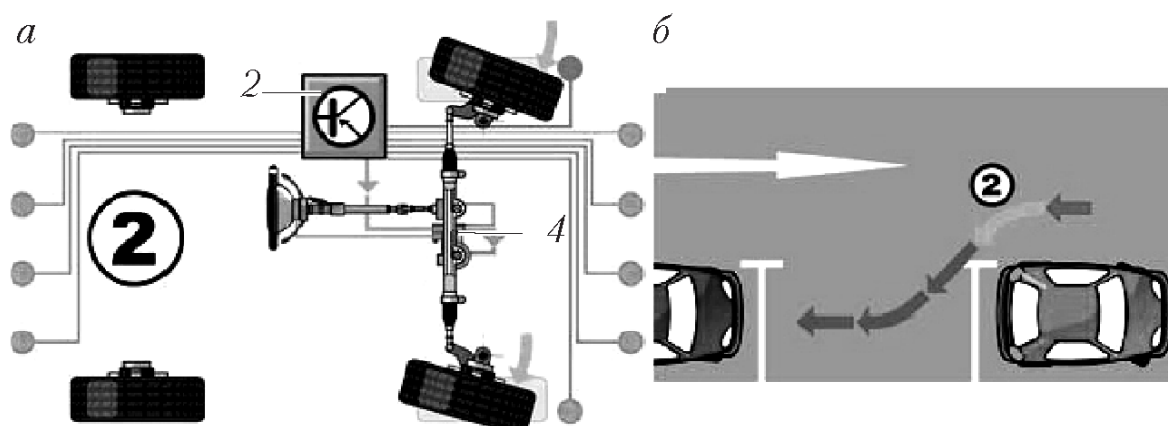


Слева процесс регулирования, справа — процесс парковки; 1 — датчик угла поворота колеса; 2 — блок управления парковочного автопилота; 3 — датчик момента поворота рулевого колеса; 4 — блок управления усилителя рулевого управления; 5 — электродвигатель электромеханического усилителя рулевого управления

Рисунок 4.13 – Этап парковки 1

Затем от блока управления парковочного автопилота 2 на блок управления усилителя рулевого управления 4 поступает сигнал о том, что колеса необходимо повернуть вправо. При этом автомобиль задним ходом въезжает в свободное место на парковке под углом к линии

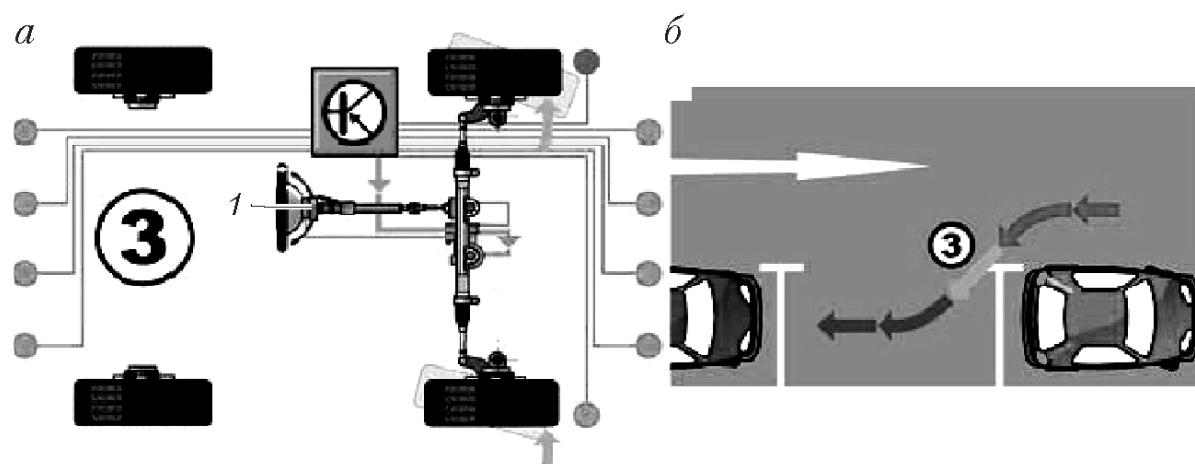
припаркованных автомобилей (рисунок 4.14). Водитель должен следить за тем, чтобы скорость движения не превышала 7 км/ч. В противном случае система автоматически прерывает процесс парковки.



а — процесс регулирования; б — процесс парковки

Рисунок 4.14 – Этап парковки 2

Используя данные о дистанции от ультразвуковых датчиков и сигналы, поступающие от датчика угла поворота рулевого колеса 1, парковочный автопилот контролирует положение автомобиля в свободном пространстве между припаркованными автомобилями и, руководствуясь записанными в память блока управления сегментами движения, определяет, с какого момента колёса необходимо вновь привести в положение прямолинейного движения, чтобы продолжить въезд на место для парковки (рисунок 4.15).



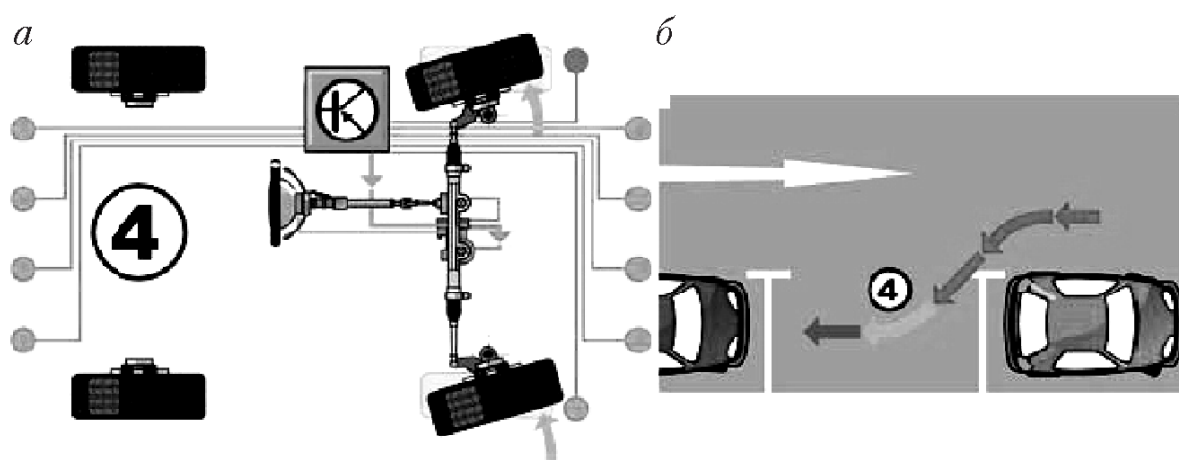
а — процесс регулирования; б — процесс парковки

Рисунок 4.15 – Этап парковки 3

По окончании третьего этапа движения колёса поворачиваются влево (рисунок 4.16) для того, чтобы автомобиль мог въехать на парковочное место. Автомобиль заезжает в свободное пространство и встает параллельно к проезжей части. При уменьшении расстояния до объекта за автомобилем до минимального безопасного значения раздается звуковой сигнал, как и при работе парковочного ассистента.

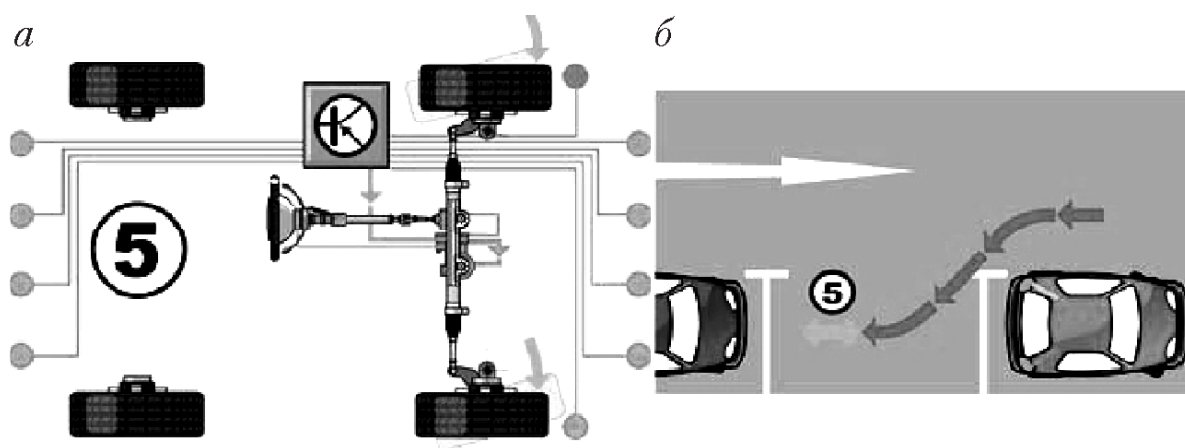
### **Завершение процесса парковки.**

Если автомобиль припаркован не параллельно бордюру или стене, то парковочный автопилот распознает эту ситуацию (рисунок 4.17). Теперь, когда автомобиль стоит, водитель должен выключить передачу заднего хода, подождать до тех пор, пока колеса установятся в положение прямо, и включить первую передачу. Теперь автомобиль должен проехать немного вперед до тех пор, пока индикатор на дисплее не укажет на завершение процесса парковки.



а — процесс регулирования; б — процесс парковки

Рисунок 4.16 – Этап парковки 4



а — процесс регулирования; б — процесс парковки

Рисунок 4.17 – Этап парковки 5

Если парковочный автопилот считает, что процесс парковки завершен, то сообщение на дисплее «Функция руления активна! Следить за обстановкой!» меняется на «Автоматическая парковка завершена!». При этом отключается режим автоматического руления и в кнопке парковочного автопилота гаснет контрольная лампа.

В интеллектуальной системе помощи при парковке используются ультразвуковые датчики, аналогичные пассивной парковочной системе, но имеющие большую дальность действия (до 4,5 м).

Количество датчиков в зависимости от разновидности системы различается. Например в системе Park Assist последнего поколения устанавливается 12 ультразвуковых датчиков: 4 впереди, 4 сзади и 4 по бокам автомобиля.

Включение системы осуществляется принудительно при необходимости осуществить парковку. Для этого на панели приборов (рулевом колесе) имеется специальный выключатель.

## **5 Порядок проведения работы**

### **5.1 Установка системы парковки**

Чтобы самостоятельно установить систему парковки, понадобится небольшой набор инструментов и материалы, такие как:

- торцевые и рожковые ключи,
- электродрель или шуруповерт,
- сверло или фреза,
- рулетка и маркер,
- малярная и изоляционная ленты,
- шило или гвоздь,
- растворитель 646.

#### **Монтаж ультразвуковых датчиков**

Пожалуй, самым важным и ответственным этапом установки парктроника в машине будет монтаж датчиков, измеряющих расстояние между бампером автомобиля и препятствиями на его пути. Грамотно установленные датчики станут залогом четкой и правильной работы парковочного радара на протяжении всего срока его службы.

1. Сперва необходимо изучить прилагаемую к парктроннику инструкцию, в ней указываются оптимальные размеры установки для правильной работы датчиков.

2. Теперь следует вооружиться рулеткой и маркером, чтобы выполнить разметку на бампере. При определении точек для установки датчиков необходимо осмотреть и внутреннюю сторону бампера. При наличии препятствий придется выполнить смещение выбранных позиций. Допустим, парктроник оснащен 4 датчиками (кстати, это оптимальное количество). Два датчика необходимо разнести на радиусные части бампера, после этого расстояние между ними необходимо разделить на три

равных отрезка для оставшихся двух датчиков. Если в парктронике больше датчиков, то расстояние между двумя крайними элементами необходимо разделить на большее количество равных частей. Если говорить о высоте, на которой необходимо разместить датчики, то оптимальной считается 50 см от земли.

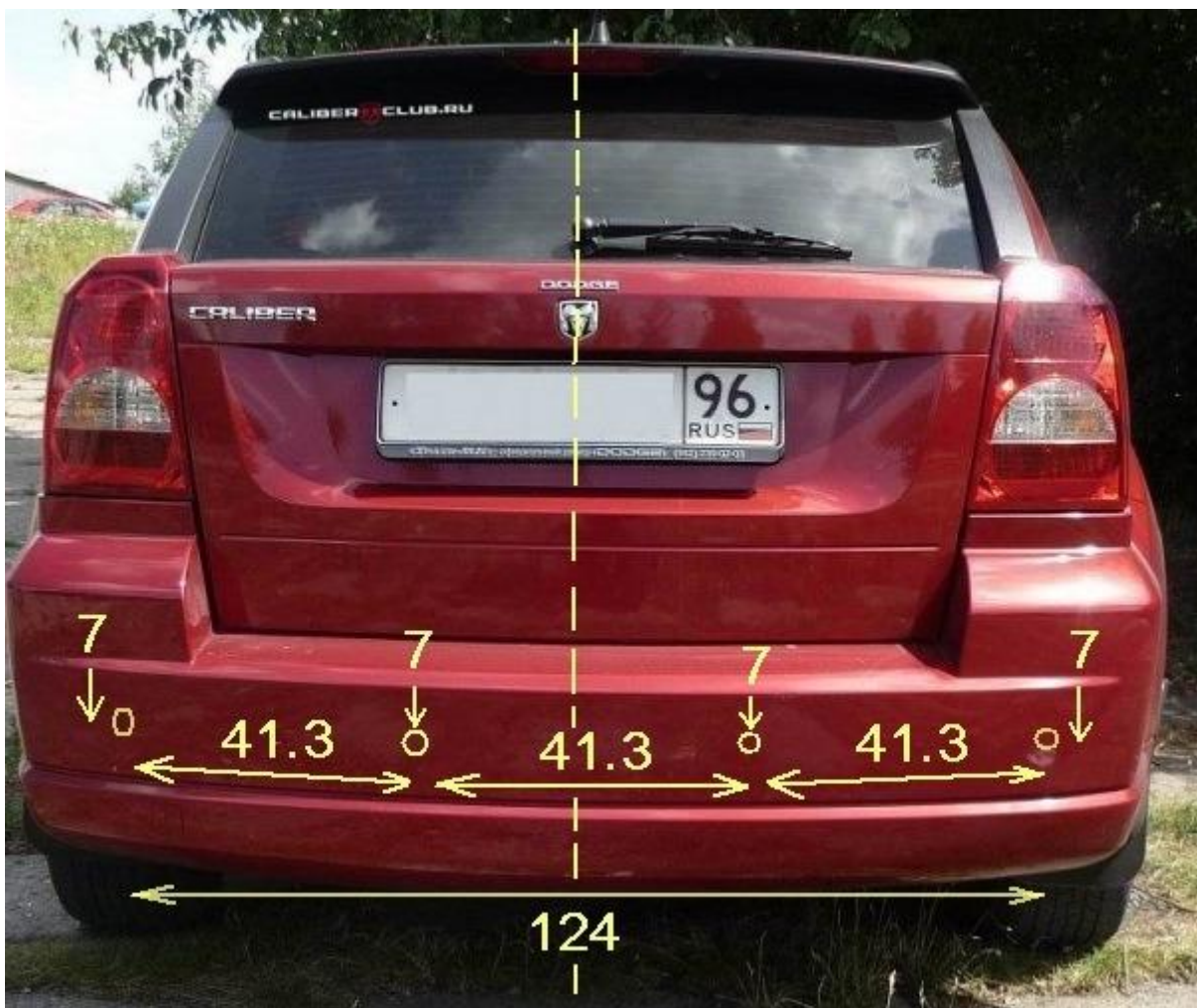


Рисунок 5.1 – Разметка мест установки датчиков

3. После нанесения разметки бампер необходимо снять с автомобиля. Эту работу удобнее выполнять на эстакаде или в смотровой яме гаража. Предварительно нужно подготовить место для размещения снятого бампера. На этом этапе потребуется помощь напарника.

4. Когда задний бампер будет демонтирован, при помощи шила или гвоздя делается прокол в отмеченных точках. Он нужен не только для

определения будущих отверстий изнутри, но и для центрирования сверла или фрезы.



Рисунок 5.2 – Сверление отверстий

5. При сверлении отверстий важно следить, чтобы фреза входила в бампер строго перпендикулярно. Датчик должен разместиться горизонтально без каких-либо отклонений вниз или вверх. Чтобы лакокрасочное покрытие не отслаивалось возле отверстия, лучше перед сверлением наклеить малярную ленту.





Рисунок 5.3 – Установка датчика

6. Устанавливаются датчики с внешней стороны бампера, фиксация с внутренней стороны осуществляется стопорными кольцами. У датчиков имеется маркировка латинскими литерами А, В, С, D. Монтаж производится в алфавитном порядке, начиная с крайней левой точки и заканчивая крайней правой позицией.

7. Теперь провода датчиков необходимо аккуратно расположить внутри бампера, собирая их в один жгут. Закрепить проводку можно изолентой или стяжными хомутами.

8. Остается установить бампер на автомобиль и завести провода в багажный отсек через технологическое отверстие.

#### **Установка информационного дисплея системы парковки**

В зависимости от модели парктроника информационный дисплей может быть выполнен в виде небольшого жидкокристаллического монитора или узкого индикатора уровня сигнала. В некоторых моделях

парковочных радаров дисплей может интегрироваться в салонное зеркало заднего вида.

1. Устанавливается дисплей по усмотрению водителя в наиболее удобном месте. Для крепления корпуса используется двусторонний скотч. Достаточно обезжирить на панели участок для установки дисплея и снять со скотча защитную пленку.

2. Самым сложным этапом монтажа будет протягивание проводки через обшивку салона. Если дисплей установлен на панели приборов, то можно опустить провод вниз и протянуть его под обшивкой пола. Однако при попадании проводки в зону ног пассажиров велика вероятность его повреждения.



Рисунок 5.4 – Установка информационного дисплея

3. При использовании зеркала-дисплея лучше прятать проводку в обшивке потолка. В этом случае следует искать технологические отверстия над проемами дверей.

## Подключение парктроника

Сборка парктроника и его подключение заключается в том, чтобы соединить установленные датчики парковочного радара и его информационный дисплей в единое целое. Для подключения перечисленных устройств используют провода, которые обычно идут в комплекте с большинством парктроников.

1. Когда провода, идущие от датчиков и дисплея, будут выведены в багажный отсек, нужно найти место для установки блока управления парктроником. Корпус блока крепится также при помощи двустороннего скотча. Предварительно соответствующий участок кузова автомобиля обезжиривается для лучшего приклеивания.

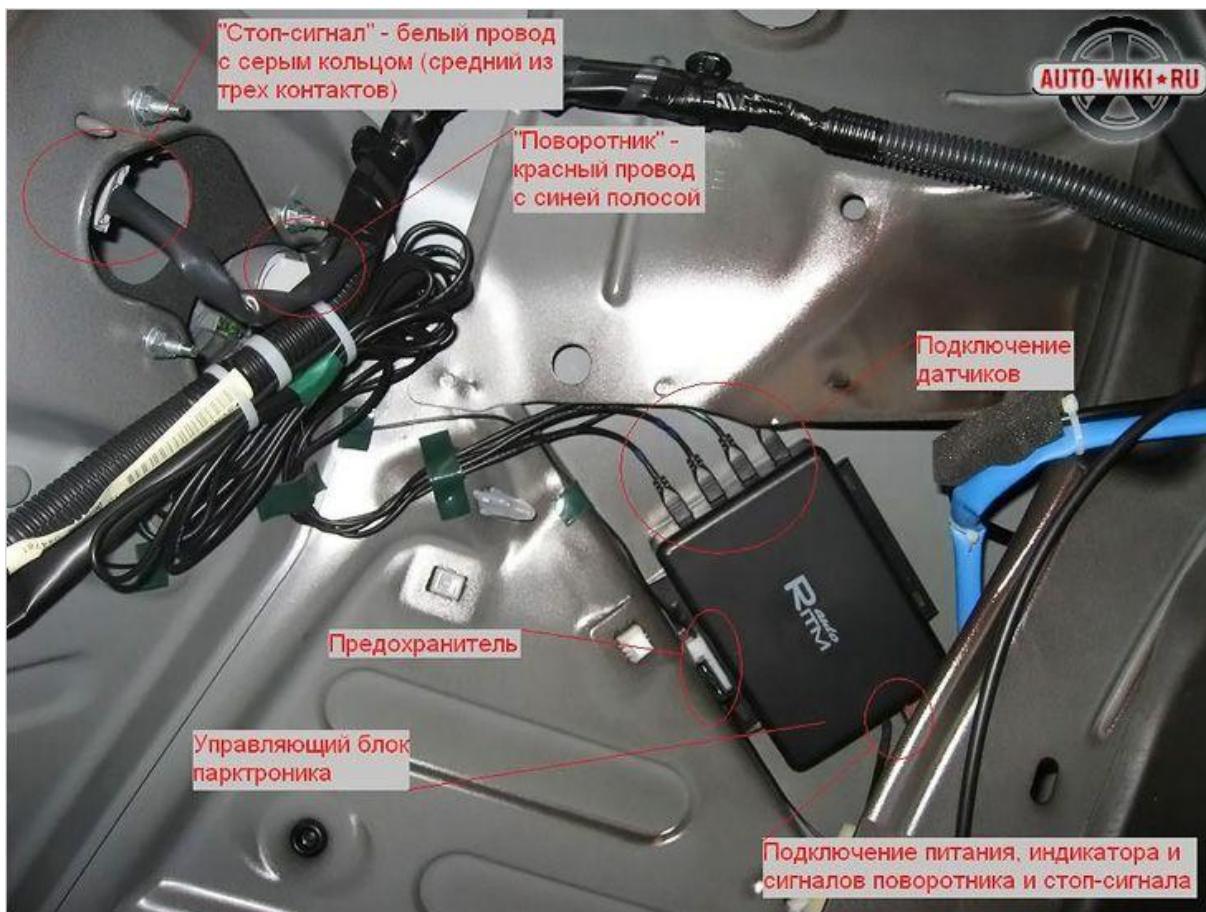


Рисунок 5.5 – Установка блока управления

2. После этого остается соединить все элементы парктроника в одно целое устройство. Помочь в этом должна инструкция и схема подключения. Обычно фишки на концах проводов подходят только для соединения в “своем” гнезде.

3. Для подачи питания на блок управления парктроником удобней всего использовать провод питания фонарей заднего хода автомобиля - таким образом ваш парктроник будет включаться одновременно с переключением КПП в положение "Задний ход".

4. Когда все провода будут подключены, останется только испытать работу собранного прибора. Лучше всего провести тестирование во дворе дома или на стоянке. Водителю важно определить для себя, на каком расстоянии и на какой высоте парктроник подает сигнал. Нужно обратить внимание и на причины появления ложных срабатываний.

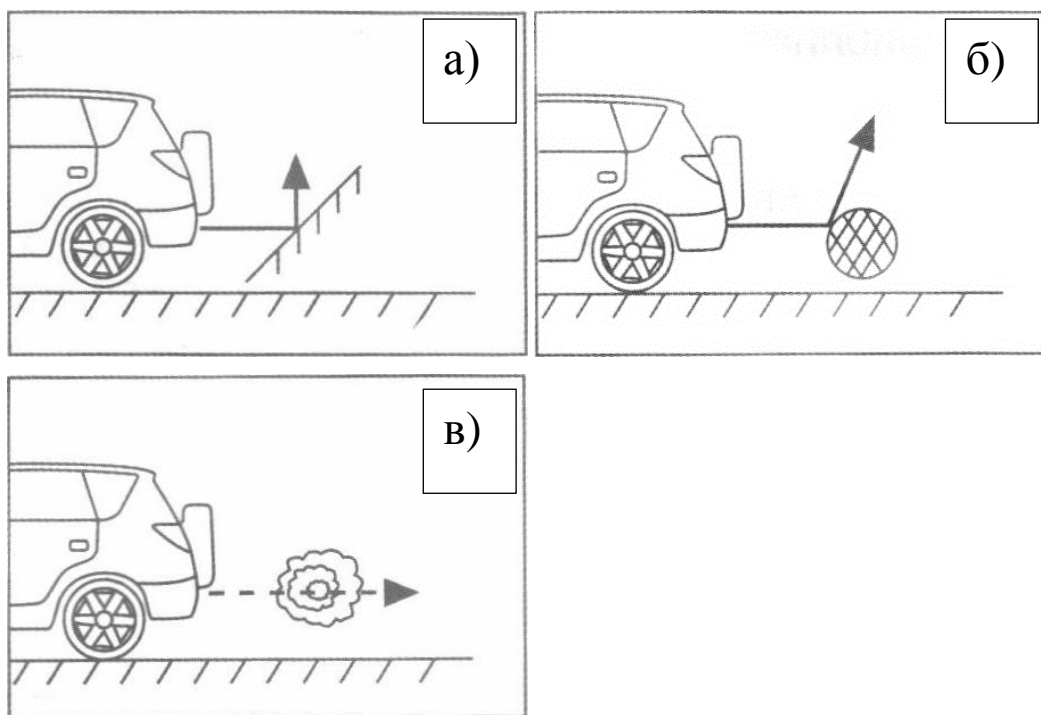
## **5.2 Рекомендации по эксплуатации**

Интенсивные осадки, неисправность ультразвуковых датчиков, их сильно загрязненные или обмерзшие поверхности существенным образом могут повлиять на корректность работы системы;

При парковке не следует превышать скорость 5 км/ч;

Ложные предупреждающие сигналы могут быть вызваны посторонними источниками ультразвукового излучения;

Следует учитывать ограничения, обусловленные физическими свойствами явления отражения ультразвуковых волн (см. рисунки 5.6 – 5.8)).



а) гладкая наклонная поверхность, б) гладкое круглое препятствие, в) препятствие из звукопоглощающего материала

Рисунок 5.6 – Ограничения, вызванные свойствами явления отражения

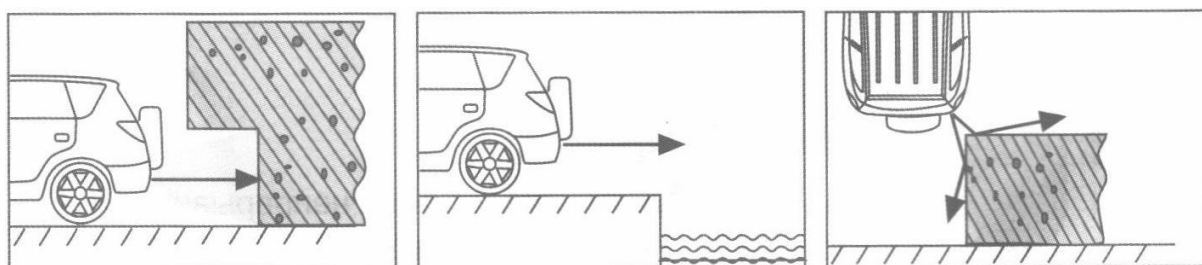


Рисунок 5.7 – Ограничения, вызванные свойствами препятствия

### 5.3 Определение дальности срабатывания ультразвуковых датчиков

Для определения дальности срабатывания ультразвуковых датчиков используется рулетка или лазерный дальномер и информационный дисплей системы парковки. На рисунке 5.6 показано, как отображается на информационном дисплее расстояние до препятствия.

Задачей эксперимента является проверка реагирования ультразвуковых датчиков на препятствие и заполнение таблицы по форме таблицы 5.1.

Таблица 5.1

Расстояние до препятствия, м		Звуковой или световой сигнал
в центральной части	в боковых частях	

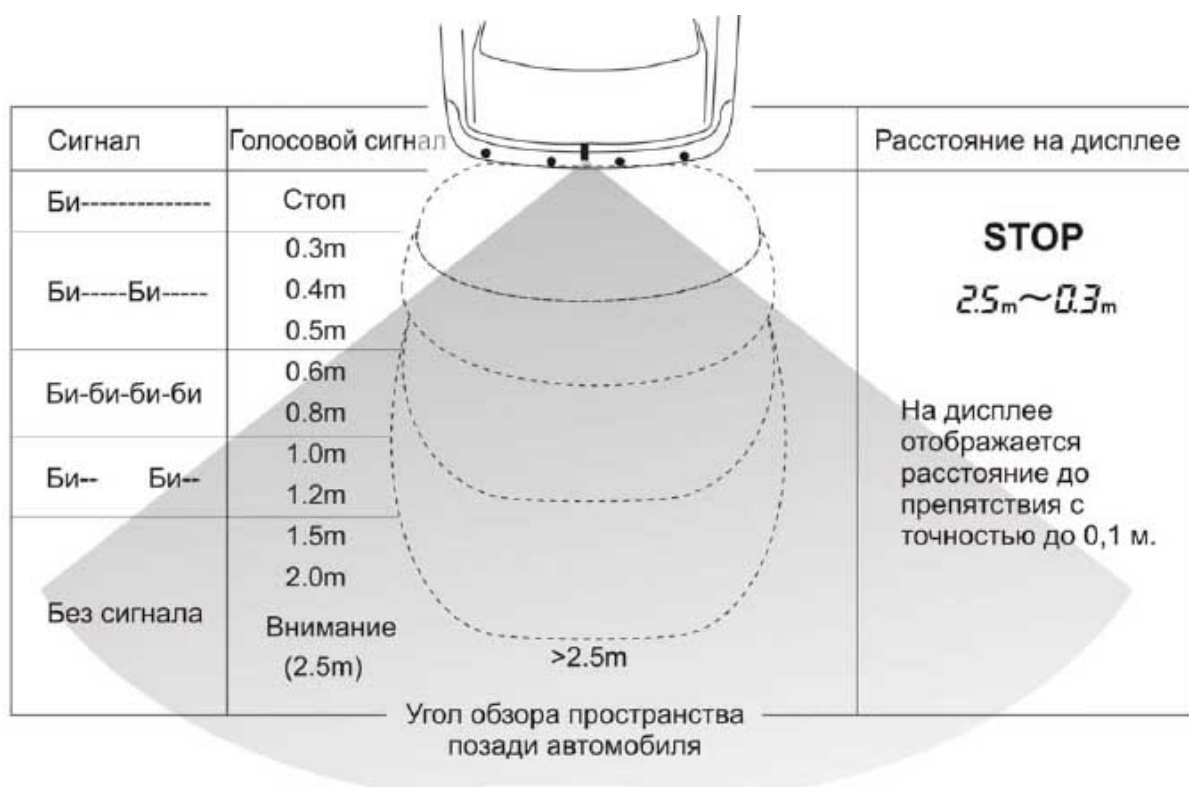


Рисунок 5.7 – Информирование о препятствии

В результате обработки данных строится зависимость дальности срабатывания ультразвуковых датчиков от их расположения по оси бампера (см. рисунок 5.8).

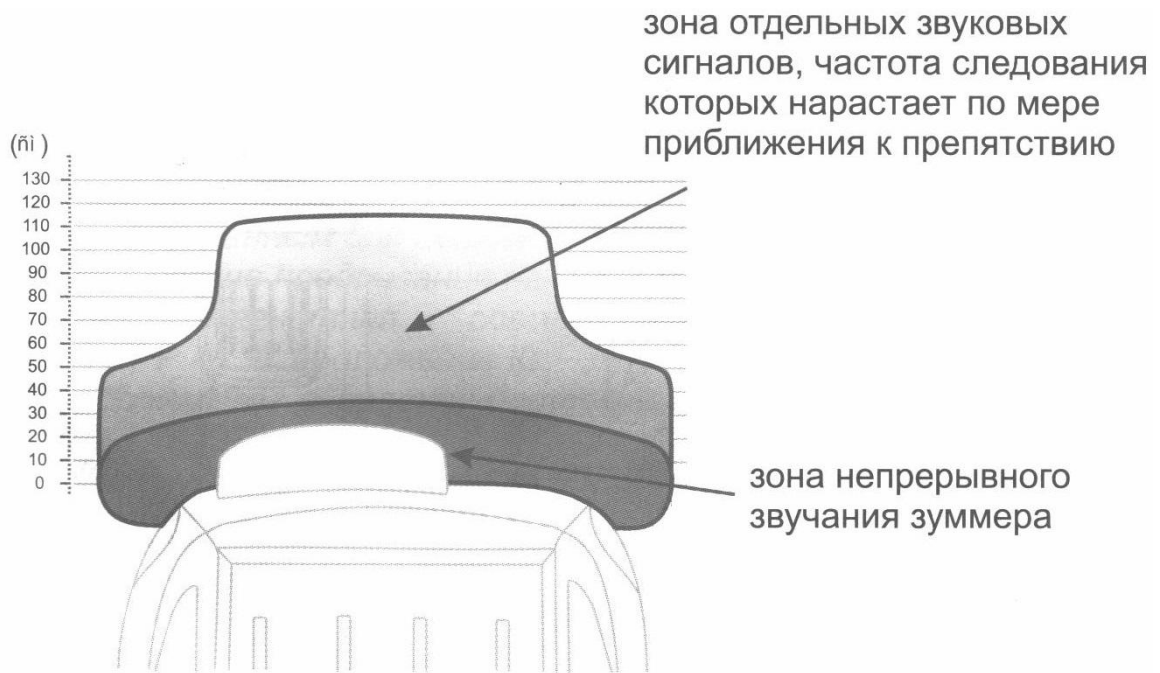


Рисунок 5.8 – Графическое отображение зоны действия ультразвуковых датчиков

## 6 Контрольные вопросы

1. Перечислите задачи, поставленные перед системами повышения безопасности движения
2. Охарактеризуйте активные и пассивные системы повышения безопасности движения
3. Какие системы включают в состав пассивных систем безопасности автомобилей?
4. Каким образом технически реализуются системы помощи водителям?
5. Опишите принцип работы адаптивного круиз-контроля.
6. Какие системы включают в состав активных систем безопасности автомобилей?
7. Как классифицируются по дальности действия системы поддержки вождения?
8. Какие системы используют датчики очень малой дальности действия?
9. Какие системы используют датчики малой дальности действия?
10. Какие системы используют датчики средней дальности действия?
11. Какие системы используют датчики большой дальности действия?
12. Какие камеры могут устанавливаться на серийные автомобили?
13. Назначение систем парковки.
14. Охарактеризуйте пассивные парковочные системы
15. Опишите устройство и принцип действия ультразвукового датчика



16. Как с помощью ультразвуковых датчиков определяется расстояние до препятствия?
17. Охарактеризуйте активные парковочные системы
18. Опишите процесс поиска свободного места системой автоматической парковки.
19. Опишите процесс автоматической постановки автомобиля на парковку
20. Какие инструменты необходимы для установки парковочного ассистента на автомобиль?
21. Опишите процедуру установки ультразвуковых датчиков.
22. Опишите процедуру установки информационного дисплея парковочной системы.
23. Каким образом можно определить дальность срабатывания ультразвуковых датчиков?
24. Почему зона действия датчиков размещенных в средней и боковых частях бампера не совпадают?

## Список использованных источников

1. Хернер А., Риль Х-Ю Автомобильная электрика и электроника. Перевод с нем. ЧМП РИА «GMM-пресс». – М.: ООО «Издательство «За рулём», 2013. – 624 с.
2. Смирнов, Ю.А. Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилей / Ю.А. Смирнов, А.В. Муханов – М.: Издательство «Лань», 2012. – 624 с.
3. Автомобильный справочник: пер. с англ. ООО «СтарСПб» - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулём», 2012. – 1280 с.
4. Bosch Автомобильная электрика и электроника. Под редакцией Конрада Райфа. Перевод с нем. ЧМП РИА «GMM-пресс». – М.: ООО «Издательство «За рулём», 2014. – 616 с.
5. Конрад Райф Датчики в автомобиле – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 165 с.
6. Соснин, Д.А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д.А. Соснин, В.Ф. Яковлев – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с.
7. Дентон, Т. Автомобильная электроника – М.: НТ Пресс, 2008. – 576 с.
8. Савич, Е.Л. Системы безопасности автомобилей: учеб. пособие / Е.Л. Савич, В.В. Капустин. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 445 с.
9. Технический регламент «О безопасности колёсных транспортных средств»: постановление Правительства РФ от 09.12.2011 N 877. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tehreg.ru>
10. Соснин, Д.А. Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей (Автотроника-4): учебник для вузов / Д.А. Соснин. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 416 с.

11. Набоких, В.А. Системы электроники и автоматики автомобилей. Учебное пособие для вузов. / В.А. Набоких – М.: Горячая линия-Телеком, 2015. – 204 с.

12. Набоких, В.А. Датчики автомобильных электронных систем управления и диагностического оборудования: учебное пособие / В.А. Набоких. – М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2016. – 240 с.

**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**Бланк проведения лабораторной работы**

**Улучшение обзорности при маневрировании транспортного средства**

**А.1** **Цель**  
**работы:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Марка и модель автомобиля \_\_\_\_\_

**А.2** **Используемое**  
**оборудование:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**А.3 Технология работ по установке парктроника**

Таблица А.1

Наименование операции	Инструмент и оборудование	Трудоёмкость, мин.

Рисунок А.1 – Схема установки парктроника на автомобиле

Рисунок А.2 – Схема подключения парктроника к бортовой сети автомобиля

#### А.4 Определение дальности срабатывания ультразвуковых датчиков

Таблица А.2

Расстояние до препятствия, м		Звуковой или световой сигнал
в центральной части	в боковых частях	


Рисунок А.3 – Зона обнаружения препятствий

## **А.5 Выводы и анализ полученных результатов**

---

---

---

---

---

---

---