

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
Политехнический институт
Факультет «Автотракторный»
Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания и электронные системы
автомобилей»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, д.т.н., доцент
_____/ Лазарев В.Е. /
« ____ » _____ 2017 г.

Модернизация интеллектуального роботизированного
средства «Луноход»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–130302.2017.032.000ПЗ ВКР

Руководитель проекта,
к.т.н., доцент
_____/Д.В. Астафьев/
« ____ » _____ 2017 г.

Автор проекта,
студент группы П-410
_____/Е.С. Берсенов/
« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер,
к.т.н., доцент
_____/Д.В. Астафьев/
« ____ » _____ 2017 г.

Челябинск 2017

АННОТАЦИЯ

Берсенев Е.С. Модернизация интеллектуального роботизированного средства «Луноход». Челябинск: ЮУрГУ, П-410, 2017, 68 с. Библиография – 17 наименований.

Модернизация интеллектуального роботизированного транспортного средства, предназначенного для демонстрации и изучения удаленного управления перемещением транспортного средства по твердой поверхности. Комплекс способен контролировать параметры окружающей среды с помощью, установленного на него оборудования, с одновременной передачей данных мониторинга на удаленный пульт управления по радиоканалу.

Цель работы — разработка информационной системы считывания и отображения данных с датчиков интеллектуального роботизированного средства «Луноход» в режиме реального времени.

Устройство выполнено на современной элементной базе.

					<i>130302.2017.032.000.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Берсенев</i>			<i>Модернизация интеллектуального роботизированного средства «Луноход»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Астафьев</i>					5	68
<i>Реценз.</i>						<i>НИУ ЮУрГУ Кафедра «ДВСиЭСА»</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Астафьев</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Лазарев</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 РАЗВИТИЕ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА	9
1.1 От научных экспериментов до робомобилей.....	9
1.2 Современные беспилотные транспортные средства	12
1.3 Классификация современных беспилотных транспортных средств	19
1.4 Аналоги	22
1.4.1 Роботы «LAURON»	22
1.4.2 Робот мобильного видеонаблюдения и охраны «Трал Патруль»..	24
1.4.3 Интеллектуальное роботизированное средство.	27
2 ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛОГОВ.....	29
2.1 Бортовые компьютеры.....	29
2.2 Бортовые компьютеры на базе Arduino	35
3 МОДЕРНИЗИРУЕМАЯ СИСТЕМА	36
3.1 Описание и технические характеристики.....	36
3.2 Несущая платформа	38
3.3 Модуль питания	40
3.4 Структурная схема	42
3.5 Микропроцессорный модуль	43
3.6 Драйвер ИВТ-2.....	46
3.7 Модуль реле.....	48
3.8 Устройство модуля Bluetooth HC-05.....	49
3.8.1 Описание устройства модуля Bluetooth HC-05.....	49
3.8.2 Подключение модуля Bluetooth к Arduino Mega.....	51
3.8.3 Алгоритм работы программы модуля Bluetooth.....	52
3.9 Ультразвуковой датчик	55
3.10 Система телеметрии и отображения информации интеллектуального роботизированного транспортного средства.....	57

3.10.1	Дисплей.....	58
3.10.2	Схема системы	59
3.10.3	Алгоритм работы и программный код	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		66
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК		67

ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом приближается недалекое будущее, которое принесет нам массу нововведений. Зачастую, мы можем наблюдать за рождением новых, ярких идей и технологий. Одной из наиболее перспективных и массовых технологий является идея создания беспилотного транспорта.

Эксперименты начались примерно с 1920х годов, обещая создание беспилотных автомобилей уже в 1950х. Первые беспилотные автомобили появились в 1980х: в 1984 году проект Navlab (Университет Карнеги-Меллон) и ALM, и в 1987 году проект Мерседес-Бенц и Eureka Prometheus Project от Военного университета Мюнхена[1].

В современных беспилотных автомобилях используются алгоритмы на основе Байесовского метода одновременной локализации и построения карт (SLAM, simultaneous localization and mapping). Суть работы алгоритмов состоит в комбинировании данных с датчиков автомобиля (real-time) и данных карт (offline). SLAM и метод обнаружения и отслеживания движущихся объектов (DATMO, detection and tracking of moving objects) разработаны и применяются в Google[1].

Некоторые системы полагаются на инфраструктурные системы (например, встроенные в дорогу или около неё), но более продвинутые технологии позволяют симулировать присутствие человека на уровне принятия решений о рулении и скорости, благодаря набору камер, сенсоров, радаров и систем спутниковой навигации[1].

В каждом автомобиле, где в роли управляющего органа выступает ЭБУ, есть самодиагностика, то есть бортовая диагностика. Данная функция - комплекс программно-аппаратных средств, позволяющих проводить анализ работы основных систем автомобиля, а также идентифицировать неисправности различных узлов и систем.

С помощью самодиагностики производится фиксация выхода из строя мотора и ухудшение общих параметров силового узла, а также исправность элементов системы управления[2].

1 РАЗВИТИЕ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА

В последнее время буквально каждый день выходит новость, так или иначе, связанная с беспилотными автомобилями. Все крупные автоконцерны активно занимаются разработками робомобилей и технологий для них. У многих людей может возникнуть ложное мнение, что история развития беспилотных транспортных средств берет свое начало в XXI веке. Однако мало кто знает, что первые попытки создания полностью автономного автомобиля были предприняты еще в 1980 году.

Существуют разные данные, когда точно появились первые полностью автономные транспортные средства. Фактом остается то, что изначально все подобные разработки создавались для военных целей. В начале XX века стали вестись первые исследования в области беспилотных летательных аппаратов. Еще в 1916 году Арчибальдом Лоу был создан первый дрон — самолет на радиоуправлении. Во время Первой мировой войны уже активно применялись воздушные торпеды и самоходные немецкие мины.

Впрочем, до середины XX века разработки в области беспилотных технологий носили скорее экспериментальный, чем практический характер, и, так или иначе, без непосредственного участия человека ни одна модель не обходилась. Беспилотные автомобили, как и летающие дроны, вначале были обычными прототипами на дистанционном управлении, и лишь постепенно становились автономными. [3].

1.1 От научных экспериментов до робомобилей

Первые эксперименты по созданию беспилотной машины датируются началом 1960-х годов. В 1961 году студент Стэнфордского университета Джеймс Адамс в рамках своей научной работы создал прототип самоуправляемой тележки, более известной, как «Стэнфордская тележка».

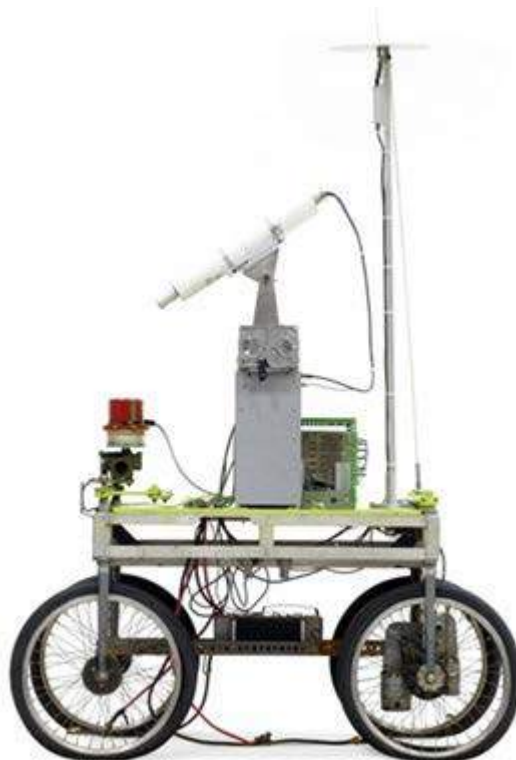


Рисунок 1.1 - «Стэнфордская тележка»

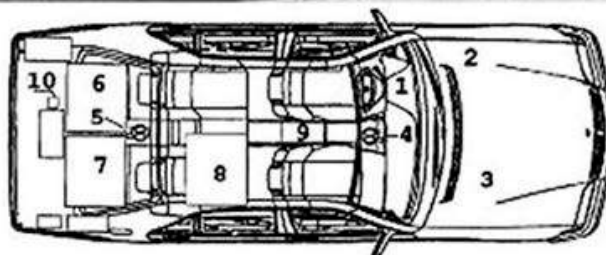
Самая первая модель управлялась посредством передачи сигнала через кабель. Второй прототип Адамс уже сделал радиоуправляемым. В 1970-х годах математик Джон Маккарти усовершенствовал тележку, оснастив ее системой технического зрения, с помощью которого устройство могло частично автономно двигаться, ориентируясь на белую линию. Тележка также имела несколько камер, дальномер и четыре канала для сбора информации. Более того Маккарти были предприняты попытки создания трехмерного картографирования окружающей обстановки.

В последующие годы основные усилия инженеров в основном были направлены на разработку уже полностью автономного, а не дистанционного управляемого транспорта. На начальных этапах наибольших успехов добились ученые из США, Японии и Германии. Так, по утверждениям независимых экспертов, первый полностью автономный автомобиль удалось создать группе немецких исследователей под руководством пионера робототехники Эрнста Дикманса в 1980 году.

По данному проекту Дикмансом было написано несколько научных работ, в которых детально описывается каждая деталь робомобиля.

Удивительно, но многие технологии, применяемые более 30 лет назад, по сути, предвосхитили многое из того, что сейчас применяется в современных беспилотниках. Для должной работы своего автомобиля группа немецких ученых применила так называемый фильтр Калмана, параллельные вычислительные механизмы и имитацию саккадического движения глаз. По факту эта система представляла собой модель машинного обучения, способная адекватно оценивать всю окружающую обстановку.

На основе разработок Дикманса с 1987 по 1995 год действовал проект «Прометей», направленный на совершенствование беспилотных автомобилей. В «Прометей» было вложено более \$1 млрд., что сделало его самым дорогим в истории проектом по созданию роботизированных автомобилей. В 1994 году автомобиль «VAmP» Mercedes оборудованный технологиями Дикманса на протяжении нескольких часов самостоятельно на скорости до 130 км/ч передвигался по улицам Парижа, поворачивал, обгонял другие автомобили и перестраивался из одной полосы в другую.



- | | |
|------------------------------|--|
| 1 Torque motor for steering | 6, 8 Transputer system, image processing |
| 2 brake system | 7 processors for gaze & locomotion control |
| 3 electric throttle control | 8 user interface |
| 4 front platform } for 2 CCD | 9 linear accelerometers |
| 5 rear platform } cameras | 10 angular rate sensors |

Рисунок 1.2 - «VAmP» Mercedes оборудованный технологиями Дикманса.

В середине 1990-х годов большой толчок к развитию беспилотных автомобилей дал прорыв в области искусственного интеллекта, нейронных

шесть мощных компьютеров Intel Pentium M с разными конфигурациями и операционными системами Линукс.

Стэнли наделена системой обнаружения приближающихся препятствий. Данные из лидаров скомбинированы с изображениями из визуальной системы, чтобы составить более полную картину обзора. Если приемлемую дорогу невозможно распознать хотя бы на ближайшие 40 метров, скорость снижается, а лидары ищут безопасный путь.

Кстати, вождение Стэнли программировали, пользуясь записью человеческого вождения в пустыне, а затем устанавливая точное значение каждому биту информации, создаваемой его системой сенсоров. После этой модификации машина-робот начала кататься со скоростью 45 миль в час по дорогам, пересеченным тенями деревьев. Пока точные значения для данных не были заданы, машина испуганно сворачивала с дороги, уверенная, что путь пересечен не тенями, а ямами[5].

Беспилотный автомобиль Google - это проект компании Google, который включает в себя разработку технологии, позволяющей сделать полностью автономный автомобиль. Программное обеспечение, которое Google использует для автоматизации своего автомобиля известно под названием «Google Chauffeur». Компания Google не стала делать собственный автомобиль, а, сосредоточившись на основной задаче, установила необходимое оборудование на обычные автомобили, выпускающиеся массово. Этот проект в настоящее время возглавляет инженер Google Sebastian Thrun (который, кстати, является директором Stanford Artificial Intelligence Laboratory и соавтором Google Street View — просмотр улиц) под эгидой Google X. Google X — это секретное подразделение компании, занимающееся наиболее перспективными технологиями.



Рисунок 1.4 - Беспилотный Lexus RX450h

Google оснастила группу из десяти автомобилей, включая три гибридных Lexus RX450h, одну Audi TT и шесть Toyota Prius дополнительным технологическим оборудованием. Выбор этих моделей серийных автомобилей был не случаен. Рассматривались машины с изначально высокой степенью интеграции электронных систем управления.

Была проведена серия испытаний с экспертом-водителем, который сидел на водительском сидении и инженерами Google на пассажирских сидениях. Испытания проводились в местах с различным ландшафтом и интенсивностью автомобильного движения на территории США.

Ограничения скоростных режимов были сохранены в памяти систем управления и в случае нештатной ситуации, всегда была возможность перейти на ручное управление автомобилем. В августе 2012 года, Google объявила, что завершено полмиллиона миль дорожных испытаний. По состоянию на декабрь 2013 года, четыре штата в США — Калифорния, Флорида, Невада и Мичиган, приняли законы, позволяющие использование самоуправляемых автомобилей.

Детали работы автоматизированной системы Google были представлены на IEEE International Conference on Intelligent Robots (San Francisco, 2011)

Вот визуализация того, что видно на экране компьютера бортовой системы Toyota Prius.

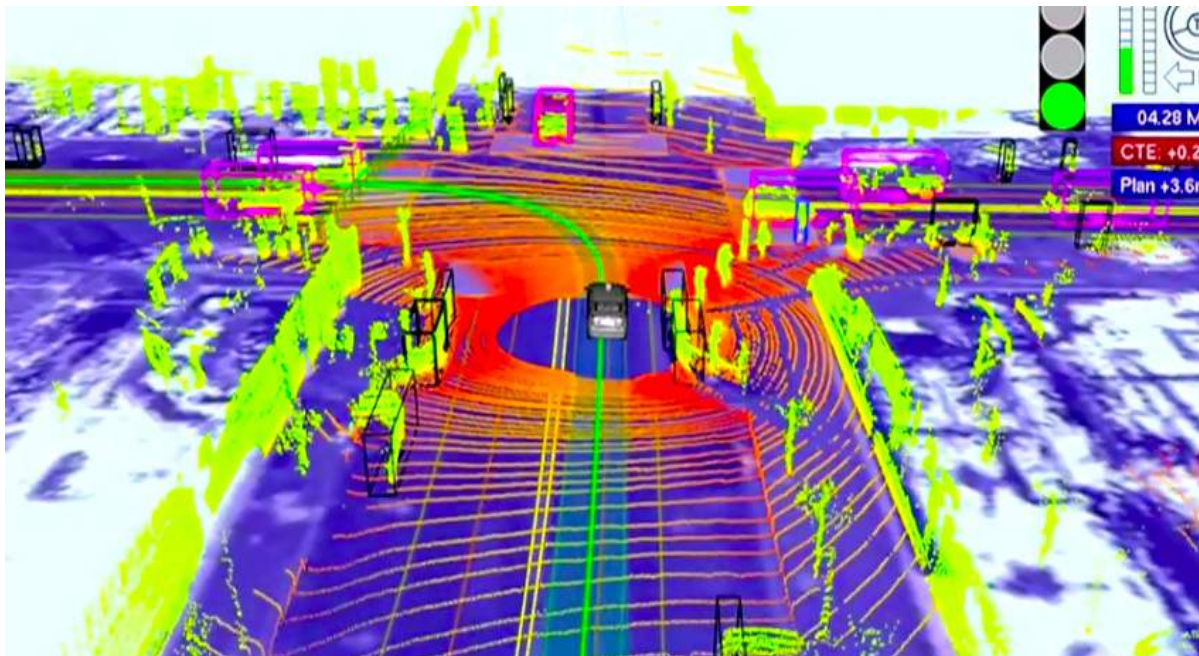


Рисунок 1.5 - Что видно на экране компьютера

LIDAR - лазерный дальномер, являющийся сердцем системы, установленный на крыше автомобиля. Этот 64-х лучевой лазер Velodyne, генерирует трехмерную подробную карту окружающего пространства. Бортовой компьютер затем объединяет данные измерений, полученные с LIDAR'a (Light Detection And Ranging) с картами высокого разрешения, производя различные типы моделей данных, которые позволяют ему управлять автомобилем самостоятельно, избегая столкновений с препятствиями и соблюдая правила дорожного движения.

На машине также установлены четыре радара (RADAR - Radio Detection And Ranging), расположенные на переднем и заднем бамперах. Это система обнаружения, которая использует радиоволны для определения дальности, высоты, направления движения и скорости объектов. Излучающая антенна радара передает импульсы радиоволн, которые отражаются от любого препятствия на своем пути. Объект возвращает крошечную часть энергии волны, в принимающую антенну, которая обычно находится рядом с передатчиком. Радары позволяют автомобилю «видеть» достаточно далеко, для того, чтобы реагировать на быстрые изменения на автострадах.

Рядом с зеркалом заднего вида установлена видеочкамера, которая обнаруживает светофоры и определяет движущиеся объекты.

Датчик положения определяет широту, долготу и высоту вместе с соответствующими стандартными отклонениями и передает стандартные сообщения NMEA (протокол обмена сообщениями с навигационными приемниками) с частотой 5 Гц. Когда геостационарные спутники, транслирующие коррекцию смещения GPS видны автомобилем, устройство переходит в режим дифференциального GPS (обеспечивается высокая точность GPS). Когда сигнал коррекции недоступен, устройство использует сигнал со стандартной точностью GPS.

Приемник GPS, модуль измерения инерции, и колесный энкодер (датчик положения) служат для определения местоположения автомобиля в пространстве и позволяют отслеживать его движения.

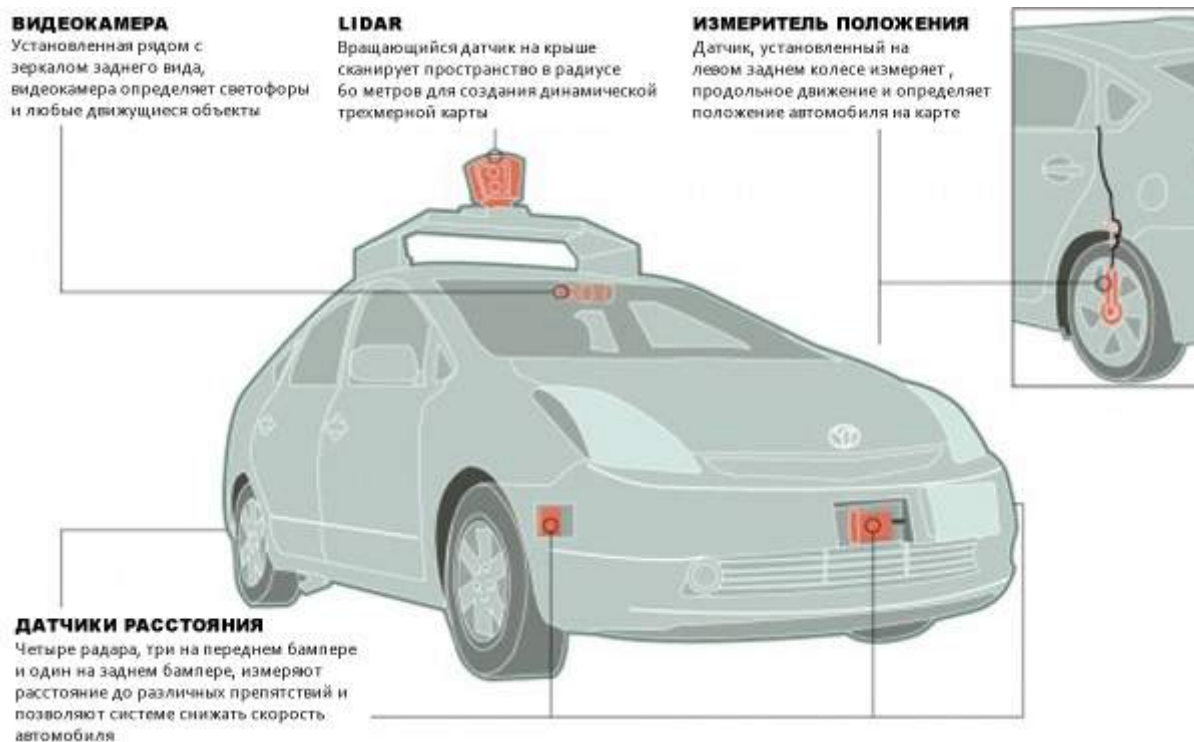


Рисунок 1.6 - Основные подсистемы беспилотного автомобиля Google

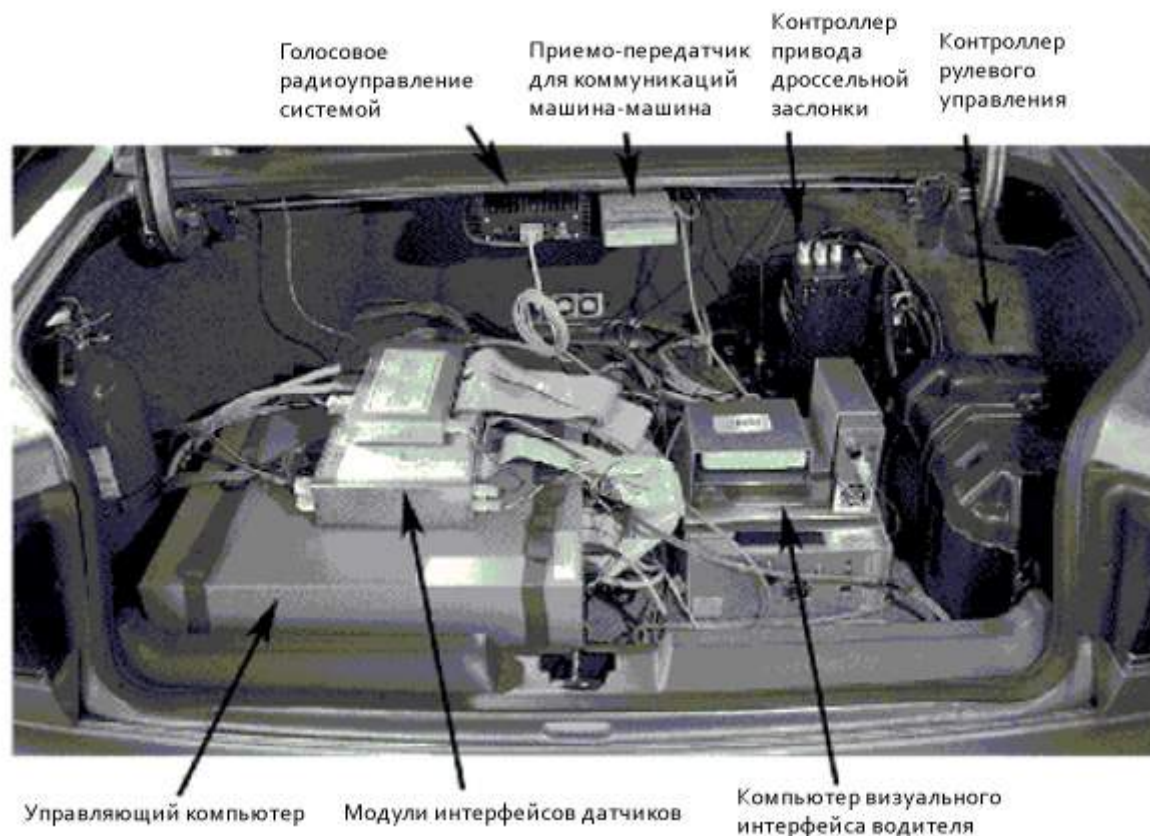


Рисунок 1.7 - Железная составляющая роботизированной Toyota Prius (расположена в багажнике)

Технология Google опирается на карты дорог и местности с высокой детализацией, что позволяет очень точно определять местоположение автомобиля. Использование метода определения местоположения только при помощи GPS дает точность не более нескольких метров.

Перед тем, как отправить самоуправляемый автомобиль на дорожные испытания, инженеры Google проезжали трассу, минимум один раз, используя ручное управление и собирая данные об окружающем пространстве. Когда настала очередь беспилотному автомобилю ехать самостоятельно, он сравнивал текущие данные с записанными ранее на этом пути. Это подход, очень полезен для отличия пешеходов от неподвижных объектов, таких как, например, столбы.

Бывают случаи, когда автомобиль должен быть более «агрессивным». При пересечении перекрестка, например, он уступает другим транспортным средствам, основываясь на правилах дорожного движения, но, если другие

автомобили замешкались, он выезжает немного вперед, чтобы показать другим водителям свое намерение. Без поведенческого программирования это было бы невозможно для робота-автомобиля при движении в реальном мире[6].

Компания *Google* завершила создание первого законченного прототипа своего беспилотного автомобиля. Этот прототип имеет все необходимые компоненты для того, чтобы отправиться в путь, в то время, как прототип, представленный в мае 2014 года, был «ранним макетом», у которого даже не было фар. Дизайн автомобиля не претерпел существенных изменений и по-прежнему имеет фронтальную часть, похожую на смайлик. Наиболее заметное отличие касается системы *LIDAR*, размещенной на крыше и предназначенной для того, чтобы автомобиль «видел мир» вокруг себя. Сканирующий лазерный дальномер стал теперь гораздо мельче и спрятался под черный гладкий кожух.

По сообщениям *Google*, в компании работали над различными прототипами, каждый из которых был предназначен для проверки отдельных компонентов автомобиля, таких как тормозная система или же различные сенсоры. Последний прототип включает в себя результаты всех тестов в одном автомобиле.



Рисунок 1.8 - Завершенный прототип беспилотного автомобиля Google

Автомобиль все еще позволит взять управление человеку на себя, в случае экстренной ситуации, но в то же время — это по-прежнему большой шаг в программе создания роботизированного автомобиля[7].

У этого проекта есть очень серьезная перспектива. Thrun и его коллеги из Google, в том числе Ларри Пейдж и Сергей Брин, убеждены, что более умные транспортные средства могут помочь сделать транспорт более безопасным и более эффективным. Автомобили могут перемещаться на меньшем расстоянии друг от друга, что позволит использовать от 80 до 90 процентов пустого пространства на дорогах, а также формировать скоростные колонны на автострадах.

Роботизированные автомобили будут реагировать быстрее, чем люди, избегая несчастных случаев, потенциально сохраняя тысячи жизней. Thrun сказал, что более умные транспортные средства потребуют значительных вычислительных мощностей и большие объемы данных, и это та причина, почему этот проект имеет смысл для компании Google[6].

1.3 Классификация современных беспилотных транспортных средств

По мере роста числа ТС со вспомогательными системами возникла необходимость классифицировать их в зависимости от степени автоматизации. Для этих целей применяется иерархический метод классификации. Класс соответствует уровню автоматизации, система управления движением автомобиля включает в себя те свойства, которые содержатся в системе на класс выше. Это относится ко всем классам, кроме того, который соответствует нулевому уровню. Автономная система управления движением автомобиля предполагает, что все функции ТС в режиме реального времени будут адекватно работать без одновременного вмешательства в них со стороны человека.

Сообщество автомобильных инженеров (Society of Automotive Engineers , SAE) подготовило стандарт SAE J3016. Так как классификация из этого стандарта стала наиболее распространённой, она приведена ниже в таблице 1.

боковой динамикой ТС. Подразумевается, что ТС движется автономно только в определённых режимах, когда можно включать эти режимы определяет сам водитель. Пример этого уровня – Highway Chauffeur, эта система позволяет ехать по магистрали с ослаблением внимания водителя, но исключая его полное невмешательство, кроме того, сложные манёвры, такие как обгон осуществляться не могут, максимальная скорость движения – 130 км/ч. Пятый уровень олицетворяет концепцию беспилотного такси. Беспилотное такси выполняет весь ряд динамических задач, встающих перед среднестатистическим водителем: начиная от начальной точки маршрута до пункта назначения. Среди беспилотных такси можно выделить два типа: предназначенный для работы в условиях городского цикла и универсальный. К первому относится роботизированный автомобиль от Google, такие ТС могут развивать скорость до 40 км/ч, обеспечивая необходимые требования безопасности. Универсальный тип должен эксплуатироваться на всех видах дорог: как в городе, так и за пределами населённых пунктов, максимальная же скорость может достигать 130 км/ч.

Классификация NHTSA. Национальное агентство по безопасности дорожного движения США (NHTSA) представило классификацию из пяти уровней в 2012 году. Их основное различие от других классификаций в том, что они относят к одному классу ТС с ADAS- системой Traffic Jam Pilot и беспилотное такси. Отсутствует промежуточный класс для высокоавтоматизированных ТС, в которых решение о назначении маршрута является прерогативой человека. Нулевой уровень – без автоматизации: водитель управляет динамикой автомобиля при всех режимах движения. Первый уровень – автоматизация отдельных систем управления. Одним из наиболее распространённых примеров первого уровня является антиблокировочная система ABS, которая устанавливается на большую часть автомобилей. Второй уровень – автоматизация двух или более функций, способных работать совместно. 3-й уровень – система включает режим автономного движения в определённых условиях; 4-й уровень – полная система автономного управления, вмешательство водителя не требуется[8].

1.4 Аналоги

1.4.1 Роботы «LAURON»

Обзор конструкций и систем начнем с шагающего робота LAURON (рис. 1.9-10). Он был разработан для изучения и анализа устойчивости передвижения робота по пересеченной местности. Конструкция робота приближена к строению насекомого — Lauron оснащён 6 конечностями, закреплёнными на алюминиевом каркасе, удерживающем необходимую электронику. Каждая из 6-ти ног приводится в действие 4-мя суставами, а голова робота может перемещаться в 2-х направлениях. В сумме это даёт Lauron'у 26 степеней свободы. Благодаря надёжной механической конструкции, нескольким типам походок и большому числу степеней свободы, LAURON может сохранять стабильное передвижение даже в экстремальных условиях. Благодаря гибкой системе управления, LAURON способен хорошо адаптироваться к неизвестным ситуациям. LAURON оснащён несколькими системами датчиков. Каждая конечность снабжена датчиком давления и пружинной системой. В сочетании с измерениями тока двигателя эти две компоненты используются для обнаружения столкновений и контакта конечностей с поверхностью. Кроме того, каждый двигатель оснащён высокоточным кодером, который позволяет получить текущий угол соединения. Ориентация и положение робота измеряются с помощью GPS-датчика, а две системы камер (стерео камеры и ИК-камера), установленные на голове робота, предоставляют информацию о его окружении. На задней панели LAURON имеет панорамную камеру для теле-операционных задач. Эта камера предоставляет оператору хороший обзор робота в режиме реального времени. При использовании очков дополненной реальности, оператор может видеть дополнительную информацию о состоянии робота, которая накладывается на изображения с камер и отображается в очках[4].



Рис. 1.9 Робот LAURON 3 (1999 г.), LAURON 4 (2004)



Рисунок 1.10 Робот LAURON 5 (2013)

Движения 6 ног и головы управляются распределённой системой модулей UCoMs (Модуль универсального контроллера). Каждый из этих 9 UCoMS (8 для ног и один для головы) имеет свой собственный DSP и FPGA. Система CAN Bus соединяет все семь UCoMs друг с другом и с встроенной управляющей ЭВМ (система Mini-ITX ПК). На основании полученной от датчиков информации LAURON 5 (рис. 1.10) строит карту своего окружения и может спланировать путь к заданной цели автономно. Во время пути LAURON 5 обнаруживает препятствия и принимает решение: либо взобраться на них, либо обойти вокруг, если препятствия слишком высоки. Шагающий робот предназначен для проверки и выполнения задач технического обслуживания в опасных для человека зонах: для обнаружения наземных мин, разведки вулканов, а также поисково-спасательных миссий после стихийных бедствий[4].

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дат.

1.4.2 Робот мобильного видеонаблюдения и охраны «Трал Патруль»

Роботизированный комплекс «Трал Патруль» предназначен для автономного движения по пешеходным дорожкам и беспроводной передачи изображения от встроенных видеокамер[9].

Робот состоит из колесного шасси, оснащенного электрическим приводом, управляемым системой автоматического вождения и независимой системой видеонаблюдения. Система видео вождения обеспечивает всепогодные и круглосуточные проезды без участия оператора. Во время передвижения осуществляется передача изображения от камер кругового обзора, при достижении позиции наблюдения, активизируется система слежения, наводящая поворотную камеру на объект движения. Видеоизображение от всех камер и местоположение робота на электронной карте транслируется на планшет оператора или в интернет[9].

- Передвижное видеонаблюдение, автоматическое наведение PTZ камеры на движение и сопровождение объекта движения
- Удаленное видеонаблюдение на планшетном компьютере, непрерывная видеозапись встроенным видеорегистратором
- Перемещение между позициями наблюдения без участия оператора
- Автоматический объезд препятствий и возврат для заряда аккумуляторов
- Время автономного патрулирования 12 часов, запас хода до 24 км
- Всесезонная и круглосуточная эксплуатация
- Малошумный электрический привод

Передвижное видеонаблюдение. Оператор имеет возможность удаленно контролировать работу нескольких роботов посредством планшетного компьютера. Программное приложение Robot Vision отображает: текущее местоположение робота на карте объекта, изображение с видеокамер, состояние системы управления, заряд батарей. В случае оперативной необходимости возможна удаленная корректировка маршрута передвижения.

Передача видео и данных осуществляется посредством WiFi. В течение всего времени патрулирования производится запись видеоизображения от всех

камер. Во время зарядки робота видеоданные могут быть скопированы на внешний жесткий диск или NAS (Network Attached Storage) [9].



Рисунок 1.11 – Общая схема робота

Бортовая диагностика технического состояния робота. Для контроля работоспособности и технического состояния робота предусмотрены следующие решения. Нижняя фара цветной подсветки, отображает состояние робота в процессе движения, направление движение, видимость ориентиров, отклонение от маршрута, заряд аккумуляторных батарей и их температуру и пр. Яркость свечения цветных LED позволяет с расстояния до 10 метров оценить состояние робота[9].

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дат.

130302.2017.032.00 ПЗ

Лист

25

На передней панели робота, под откидным лючком, расположен ключ выбора режима работы и транспаранты исправности электронных блоков систем управления. Они позволяют оперативно диагностировать неисправность, в случае ее возникновения, и принять меры к ее устранению. Как, например, снижение давление в шинах, загрязнение защитных стекол системы видео вождения, неисправность систем связи или вычислителей[9].

В зоне действия сотовых сетей возможен удалённый мониторинг состояния одного или нескольких роботов. Данные от систем самодиагностики робототехнического комплекса передаются встроенным GSM модемом на номер сотового абонента сети, выбранного с учетом оптимальной тарификацией звонков. Формат передачи позволяет обмениваться цифровыми данными по голосовым каналам связи. Прием осуществляется аналогичным GSM модемом, подключенным к компьютеру, на котором, собственно, и отображается электронная карта и состояние роботов. В случае подключения компьютера к глобальной сети интернет, специальный ресурс позволяет архивировать и отображать данные о состоянии роботов в доступном для отображения WEB браузером виде. Это позволяет контролировать их состояние из любой точки мира[9].

Проезды по маршруту без участия оператора. Колесный робот совершает перемещение между позициями наблюдения без участия оператора под управлением системы автоматического вождения. Путь движения задается однократным проездом робота под управлением оператора[9].

Система видео вождения позволяет роботу совершать успешные проезды в условиях неустойчивого приема сигналов спутниковой навигационной системы. Например, в условиях лесопарков или радио тени от объектов застройки. Во время автоматического перемещения робот совершает самостоятельный объезд препятствий. При истощении заряда аккумуляторных батарей или их чрезмерного охлаждения, робот автоматически возвращается для подзарядки[9].

Таблица 1.2 Характеристики робота

Запас хода при +5°C	25 км
Скорость автоматического движения днем	4-9 км/час
Скорость автоматического движения ночью	3-6 км/час
Оптимальная ширина полосы движения	1,2 м
Минимальный радиус разворота	3,4 м, внешний
Максимальный преодолеваемый уклон	18°
Высота преодолеваемой ступени	14 см
Глубина брода	до 12 см

1.4.3 Интеллектуальное роботизированное средство.

В состав нашего роботизированного транспортного средства входит следующее оборудование: несущая платформа, модуль питания, микропроцессорный модуль, электромеханическая система наведения, система видеонаблюдения, система сбора и передачи телеметрических данных, бортовой компьютер.

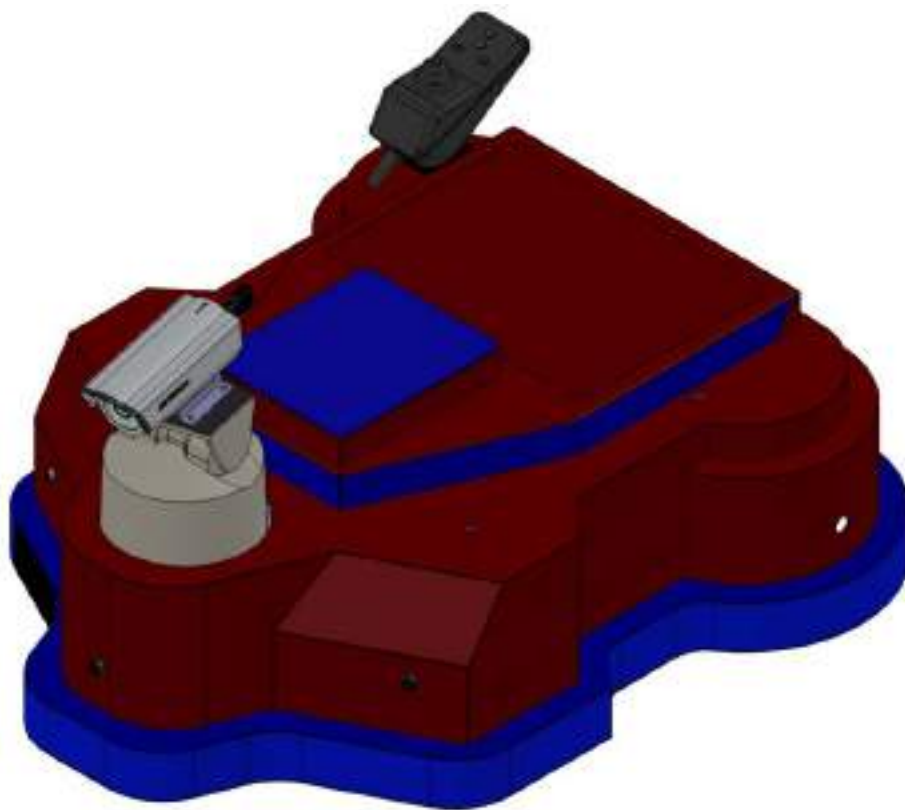


Рисунок 1.12 – Общий вид лабораторного комплекса

Несущая платформа является основанием транспортного средства на ней установлено все бортовое оборудование и системы. Платформа представляет собой четырехколесную платформу с электроприводом, причем два передних колеса оснащены независимыми электроприводами постоянного тока, а задние колеса выполнены подруливающими. В «модернизацию интеллектуального роботизированного транспортного средства» входит улучшение системы сбора и передачи телеметрических данных. Необходимо разработать систему с помощью которой можно было проверить работоспособность датчиков установленных на несущей платформе и, при необходимости, получить информацию с них непосредственно на самом лабораторном комплексе. Так как интеллектуальное роботизированное транспортное средство представляет собой лабораторную установку, предназначенную главным образом для изучения процессов дистанционного управления движущимися объектами и контроля параметров окружающей среды, основным инструментом получения информации об окружающей обстановке, необходимой для дистанционного передвижения устройства и, собственно, контроля параметров окружающей среды, являются различные устройства и датчики. Например, на роботе уже установлен ряд ультразвуковых датчиков по всему периметру, которые способны определять препятствие перед собой и при достаточно близком приближении к ним посылает сигнал о немедленной остановки робота и, если один из датчиков будет неисправен, возможны проблемы с управлением или повреждение робота.

Выводы по главе 1

В данном разделе было рассмотрено развитие беспилотного транспорта, современные разработки в области беспилотных транспортных средств, которые уже постепенно начинают появляться в нашей повседневной жизни. Изучены их преимущества, недостатки, а так же оснащение, каким образом они ощущают мир и понимают его, что очень важно при их использовании в будущем.

					130302.2017.032.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат.</i>		28

2 ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛОГОВ

2.1 Бортовые компьютеры

Бортовой компьютер (БК) — представляет собой цифровое устройство, способное производить определенные электронно-вычислительные операции на основании данных, которые поступают от различных датчиков установленных в самых разных и важных точках транспортного средства (ТС).

По типу назначения бортовые компьютеры делятся на два класса:

- Универсальные, которые определяют географические координаты, могут подключаться к Интернету и получать/отправлять данные, включают в себя мультимедийную систему (аудио/видео).
- Узконаправленные, к этому классу принадлежат: диагностические компьютеры, маршрутные компьютеры, а также электронные системы управления ТС [10].

Как правило, бортовой компьютер совмещает в себе не только устройство, способное обнаруживать неисправность, но и диагностический сканер, который может делать заключения на основании данных, поступивших от датчиков и ускорять процесс диагностики или ремонта. Бортовой компьютер можно встретить на инжекторных, дизельных, но никак не карбюраторных ДВС[10].

Так повелось, что бортовым компьютером, автомобилисты чаще всего именуют самый обыкновенный маршрутный компьютер или диагностический автосканер[10].

Универсальный бортовой компьютер прекрасно совмещает в себе многофункциональность, т. к. может работать как БК, DVD-проигрыватель, а также выполнять функцию GPS-навигатора. В некоторых моделях автомобилей универсальный бортовой компьютер дополнен датчиками, которые входят в состав системы парктроники или системы управления зажиганием, форсунками, обеспечения экономичности[10].



Рисунок 2.1 – Универсальный бортовой компьютер

Чаще всего БК данного типа реализованы при помощи сенсорного от 7-ми до 15-дюймового дисплея. Какой-либо четкой формулировки о том каким должен быть бортовой компьютер — не существует, поэтому каждый производитель изготавливает его на свое усмотрение. Конструктивно системные блоки могут быть выполнены как угодно 1/2DIN, 1DIN, 2DIN. Как правило универсальный компьютер аналогичен по своему устройству с полноценным домашним ПК, т. е. имеет почти все те же узлы и комплектующие. Главным отличием одного от другого можно считать тип системного накопителя, в автомобильных бортовых компьютерах применяются:

1. Микросхемы электронной флэш-памяти (в более ранних моделях).
2. Электромеханические накопители 2,5 дюймового формата.
3. Твердотельные накопители SSD[10].

Первые серийные компьютеры начали появляться ближе к 2000 году, их производителем стала американская компания Tracer. Что до маршрутных бортовых компьютеров, то они появились за 30 лет до этого на первых

раллийных автомобилях, в далеких 70-х годах. По прохождению еще 20 лет в 90-х ими начали оборудовать серийные "легковушки"[10].

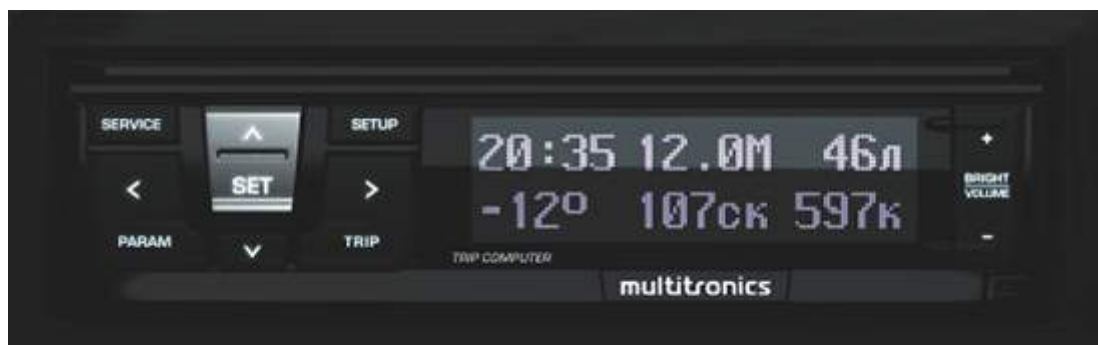


Рисунок 2.2 – Маршрутный компьютер

Главной задачей во все времена, скажем так, "первоначальной миссией" маршрутного компьютера было — вычисление и вывод информации о параметрах движения транспортного средства (ТС) без какой-либо спутниковой системы навигации. Современные модели бортовых компьютеров могут иметь интегрированный модуль спутниковой навигации, при этом их дисплеи не символьные, а графические, это позволяет более наглядно отобразить не только координаты маршрута, но и карту местности (ландшафт) по которой передвигается ТС[10].

Основные функции маршрутного компьютера — вычисление и вывод информации на дисплей следующего содержания:

1. Средняя скорость движения за определенное время.
2. Средняя скорость движения за всю поездку.
3. Среднее значение расхода топлива.
4. Время нахождения в пути.
5. Определение расстояние до пункта назначения.
6. Общий километраж за всю поездку.
7. Расчет времени прибытия в пункт назначения.
8. Расчет стоимости поездки (расход средств на топливо).
9. И другие параметры... Расчет маршрута онлайн

Чтобы показать или вывести произведенные расчеты маршрутный компьютер использует символьный ЖК или OLED индикаторы, которые интегрированы в центральную консоль или панель приборов. Бортовые

компьютеры маршрутного типа с внешним исполнением могут быть самостоятельно установлены на автомобиль, они имеют меньший функционал, по сравнению со встроенными серийными образцами. Кроме того, интегрированный маршрутный компьютер нередко может совмещаться с сервисным или управляющим компьютером[10].

Сервисный (диагностический) компьютер

Сервисный или как его обычно называют диагностический компьютер — это пользовательская часть общей системы, направленная на обнаружение неисправностей систем и узлов автомобиля. Кроме того, он необходим для оперативного диагностирования всех возникающих в дороге неисправностей и упрощения процедуры диагностики на СТО. Как самостоятельное устройство диагностический компьютер встречается очень редко. В виде отдельного (самостоятельного) устройства диагностический компьютер встречается крайне редко. Среди основных диагностических функций, возложенных на сервисный компьютер:

1. Частичная или полная диагностика двигателя с сохранением ошибок в памяти.
2. Постоянный контроль состояния тормозных колодок.
3. Контроль уровня масла в главных узлах автомобиля: трансмиссия, двигатель, раздаточная коробка, картер главной передачи.
4. Контроль над состоянием электросистем (наличие проблем в осветительных приборах, замыканий утечек тока) [10].

Во время сервисного обслуживания автомобиля, сохраненные в памяти бортового компьютера ошибки, считываются серверной частью системы диагностики. На их основе формируется отчет об общем состоянии всех систем и необходимости (или отсутствии таковой) произведения ремонтных работ[10].

Управляющий компьютер

Главный блок системы электронного управления называется управляющим компьютером. Данное устройство является детищем компании IBM, которое было создано для автомобилей марки BMW в 1981 году. В состав управляющего компьютера входит один или несколько независимых цифровых

вычислителей, которые имеют собственные датчики, а также исполнительные механизмы. Однако чаще всего она реализована в виде единой разветвленной цифровой системы, имеющей определенный набор функций и возможностей[10].

Основные функции управляющего компьютера:

1. Система управления форсунками.
2. ABS.
3. Систему управления опережением зажигания.
4. Блок управления АКПП.
5. Круиз-контроль или блок управления скоростными способностями.
6. Климатические системы (климат-контроль).

И другие.

Кроме того, основными функциями управляющего компьютера принято считать мгновенное определение параметров работы двигателя, среди которых:

1. Давление масла.
2. Температура охлаждающей жидкости (ОЖ).
3. Расход воздуха.
4. Скорость вращения коленвала.
5. Способность регулировать напряжение бортовой сети автомобиля и ток заряда АКБ.
6. Аварийное сигнализирование о перегреве двигателя.
7. Превышение рекомендованного скоростного максимума.
8. Езда с не пристегнутыми ремнями безопасности и многое другое.

Эволюция бортовых компьютеров

В настоящее время наблюдается две абсолютно разные тенденции развития электронных систем управления автомобилем — объединения всех вышеописанных функций и способностей в одну супер-систему, образующую центральный бортовой компьютер и создание нескольких автономных систем, узкоспециализированных компьютеров[10].

Первый вариант — объединение всех систем управления, маршрута, диагностики, мультимедийных систем и прочих информационных функций в

одно мультифункциональное устройство, способствует удешевлению производства устройств данного типа и упрощает их ремонт и работу с ними. Однако есть нюанс способный перечеркнуть все вышеописанные достоинства — в случае выхода из строя этой центральной компьютерной системы, владелец автомобиля в один миг лишится всего — средств связи, мультимедийной системы, средств диагностики, системы спутниковой навигации, а также аварийной сигнализации неисправностей. В некоторых более сложных случаях при глубоком интегрировании всех этих систем есть вероятность полного выхода из строя всего ТС в целом и отсутствии возможности движения в принципе[10].

Преимуществом отдельных бортовых компьютеров включающих в себя лишь самые главные и нужные функции является то, что они позволяют при минимальном вмешательстве в общую конструкцию двигателя оборудовать практически любой автомобиль бортовым компьютером, даже тот, конструкция которого не предусматривает его наличия. Однако в этом случае интеграция будет не глубокой, а сами данные будут, условно говоря, "частичными или поверхностными"[10].

Система отдельных узкоспециализированных компьютеров может похвастаться хорошей производительностью, простотой в управлении и достаточной для многих лет работы надежностью, однако вместе с тем и весьма дорогой в производстве и сложной в настройке, что не может не отобразиться на ее стоимости и конечном удорожании автомобиля в целом. Большим плюсом является способность к наращиванию или упрощению опций, к примеру более дорогие авто могут иметь тот же бортовой компьютер, при этом обладать более широким набором опций. Также автомобили и с более простой начинкой со временем могут быть усовершенствованы по желанию владельца или в случае такой необходимости. К примеру, для получения дополнительных удобств или функций[10].

Развитием многофункционального бортового компьютера, который включает в себя полный набор функций и возможностей, занимаются производители цифровой техники. Второй тип БК, предусматривающий

использование большого набора узкоспециализированных компьютеров разрабатывают и производят преимущественно сами автопроизводители[10].

На сегодняшний день процесс развития бортовых компьютеров второго типа имеет более широкое применение, нежели первый. Рынок постоянно обновляется и с каждым днем на рынке автомобилей все больше встречается моделей, у которых мультимедийная, навигационная, а также система диагностики включена в базовую комплектацию[10].

2.2 Бортовые компьютеры на базе Arduino

В последние годы пользуется популярностью платформа Arduino, за дешевизну плат, компонентов и возможность разработать на ее базе огромное количество различных устройств – от простейших парктроников со светодиодной индикацией до высокотехнологичных роботов.

Энтузиасты не обошли стороной создание на платформе Arduino разработку маршрутного компьютера, который мог бы отображать различную информацию, такую как, например, текущее количество оборотов двигателя, его температуру, расход топлива и множество другой информации, которую можно добыть через диагностический разъем OBD II или самостоятельно установленные устройства.

Так как модернизируемое роботизированное транспортное средство (ИРТС) не поддерживает протокол OBD II, применяемый на автомобильных БК, то необходимо разработать систему совместимую с используемыми на ИРТС устройствами и датчиками.

Вывод по главе 2

В данном разделе были рассмотрены бортовые и маршрутные компьютеры, их виды, принципы работы, преимущества и недостатки.

- модуль питания, предназначенный для обеспечения автономной работы несущей платформы и всех бортовых систем;
- микропроцессорный модуль системы управления и навигации, принимающий сигналы управления от бортового компьютера и формирующий сигналы управления электромеханической системой наведения и тяговыми электроприводами транспортного средства;
- электромеханическая система наведения, обеспечивающая поворот установленной на нее видеокамеры по горизонтали и вертикали. Управляется от микропроцессорного модуля системы управления и навигации;
- система видеонаблюдения за параметрами окружающей среды, включающая в себя видеокамеру, установленную на поворотном устройстве электромеханической системы наведения, и соединенной с бортовым компьютером;
- система сбора и передачи телеметрических данных транспортного средства, предназначенная для приема и обработки сигналов с блока датчиков транспортного средства. Система передает данные на микропроцессорный модуль системы управления и навигации, который, в свою очередь, передает их на бортовой компьютер;
- бортовой компьютер, предназначенный для приема видеосигнала с видеокамеры и системы телеметрии, а также для передачи сигналов управления на систему управления и навигации и систему видеонаблюдения. Оснащен специализированной программой, предназначенной для управления всеми функциями транспортного средства;
- устройство для зарядки аккумуляторных батарей от электрической сети переменного тока 220В/50Гц.

В состав удаленного автоматизированного рабочего места оператора транспортного средства входит следующее оборудование:

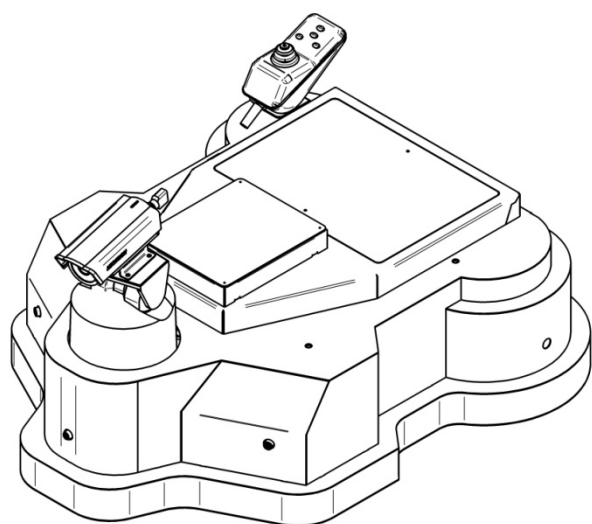
- персональный компьютер типа «ноутбук», снабженный встроенным передатчиком радиосигнала;

- стол оператора транспортного средства.

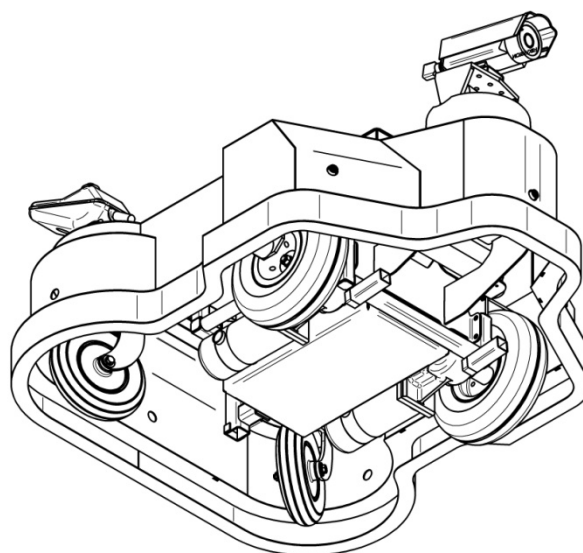
3.2 Несущая платформа

Несущая платформа является основанием транспортного средства – на ней установлено все бортовое оборудование и системы. Платформа представляет собой четырехколесную платформу с электроприводом, причем два передних колеса оснащены независимыми электроприводами постоянного тока, а задние колеса выполнены подруливающими.

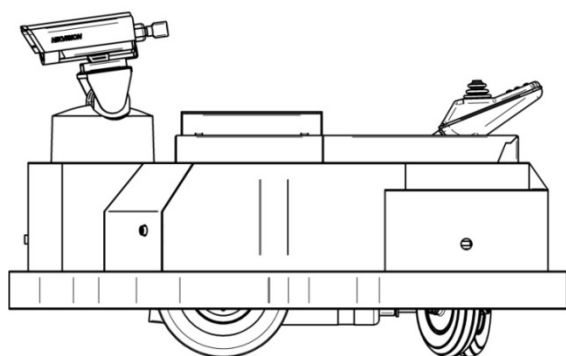
Бортовое электрооборудование закреплено на раме несущей платформы, а сама платформа сверху закрыта защитным металлическим кожухом. Внешний вид платформы показан на рисунке 3.1.



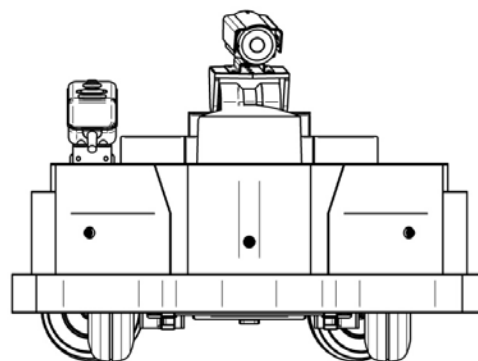
а) общий вид



б) вид снизу



в) вид слева



г) вид спереди

Рисунок 3.1 - Внешний вид несущей платформы

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дат.

В качестве источников электропитания выступают две аккумуляторных батареи, соединенные последовательно и выдающие в номинальном режиме ЭДС, равную 24 В. Характеристики АКБ приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Характеристики аккумуляторных батарей

№ п/п	Параметр	Значения
1	Ёмкость	33 А·ч
2	Напряжение	24 В
3	Габариты	165x175x125 мм
4	Вес	12,3 кг

Несущая платформа оснащена двумя тяговыми мотор-редукторами, характеристики которых представлены в таблице 3.3. Силовой преобразователь, предназначенный для управления электродвигателями, расположен в пульте управления транспортного средства, и представляет собой реверсивный понижающий преобразователь постоянного напряжения (ППН). преобразователь производит понижение напряжение питания, аккумуляторных батарей в регулируемое напряжение питания тяговых электродвигателей.

Таблица 3.3 - Характеристики мотор-редукторов транспортного средства

№ п/п	Параметр	Значения
1	Напряжение электропитания	0 ... 24В
2	Номинальная мощность электродвигателя	200 Вт
3	Номинальный ток электродвигателя	3 А
4	Номинальная скорость вращения электродвигателя	3000 об/мин
5	Передаточное число редуктора	21
6	Наличие электромагнитного тормоза	Да

На приводных колесах транспортного средства закреплены импульсные датчики положения вала. Сигналы с датчиков заведены на систему сбора и передачи телеметрических данных.

На корпусе платформы закреплены 6 ультразвуковых дальномеров. Три датчика закреплены на передней части транспортного средства (рисунке 3.1, а, г), три - в задней части, причем, ввиду того, что транспортное средство имеет малый радиус разворота, два из них закреплены на боковых сторонах корпуса

отпустить и приступить к установке необходимого напряжения на выходе;

- нажимая сервисную кнопку примерно 1с, наблюдать свечение светодиода – он будет менять свечение в зависимости от уровня выходного напряжения: 200В (красный, светится постоянно), 220В (красный, мигает), 230В (зеленый, светится постоянно), 240В (зеленый, мигает);
- после установки необходимого напряжения нажимать сервисную кнопку в течение 5 секунд до появления звукового сигнала;
- нажимая сервисную кнопку примерно 1с, наблюдать свечение светодиода – он будет менять свечение в зависимости от значения частоты выходного напряжения: 50Гц (оранжевый, светится постоянно), 60Гц (оранжевый, мигает);
- после установки необходимого напряжения нажимать сервисную кнопку в течение 5 секунд до появления звукового сигнала;
- выключить и снова включить электропитание инвертора – он будет работать с заданным уровнем напряжения и частоты.

Таблица 3.4 – Характеристики полупроводникового инвертора

№ п/п	Параметр	Значение
1	Наименование	Mean Well TS-400-224
2	Напряжение электропитания	= 21 ... 30 В
3	Выходное напряжение	200/220/230/240 В
4	Частота выходного напряжения	50/60 Гц
5	Мощность	400 Вт
6	Форма выходного напряжения	True Sin
7	КПД	87,5%
8	Защита от короткого замыкания на выходе	Да
9	Защита от перегрева	Да
10	Защита от перегрузки	Да
11	Защита от переплюсовки входного сигнала	Нет

3.4 Структурная схема

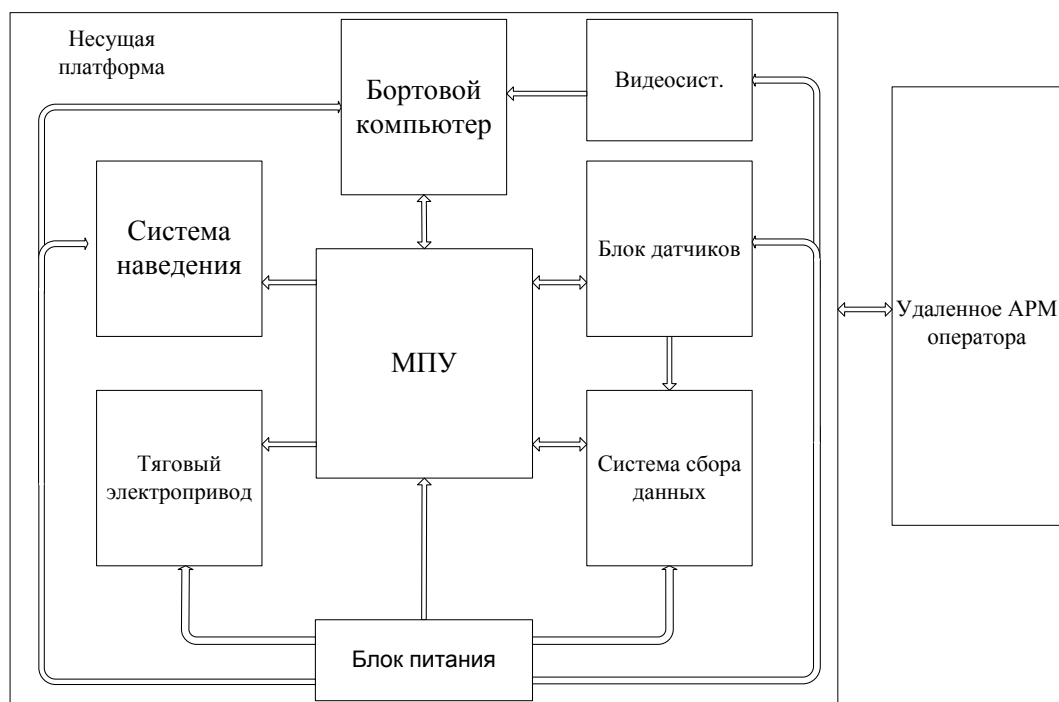


Рисунок 3.3 – Структурная схема интеллектуального роботизированного транспортного средства.

Лабораторный комплекс может быть разделен на два блока – непосредственно транспортное средство и автоматизированное рабочее место оператора.

В состав транспортного средства входит следующее оборудование:

- несущая платформа, снабженная колесами, и предназначенная для установки на нее бортового оборудования. На транспортной платформе установлены тяговые электроприводы постоянного тока, предназначенные для обеспечения движения транспортного средства, а также датчики, необходимые для контроля элементов его движения;
- модуль питания, предназначенный для обеспечения автономной работы несущей платформы и всех бортовых систем;
- микропроцессорный модуль системы управления и навигации, принимающий сигналы управления от бортового компьютера и формирующий сигналы управления электромеханической системой наведения и тяговыми электроприводами транспортного средства;

- электромеханическая система наведения, обеспечивающая поворот установленной на нее видеокамеры по горизонтали и вертикали. Управляется от микропроцессорного модуля системы управления и навигации;
- система видеонаблюдения за параметрами окружающей среды, включающая в себя видеокамеру, установленную на поворотном устройстве электромеханической системы наведения, и соединенной с бортовым компьютером;
- система сбора и передачи телеметрических данных транспортного средства, предназначенная для приема и обработки сигналов с блока датчиков транспортного средства. Система передает данные на микропроцессорный модуль системы управления и навигации, который, в свою очередь, передает их на бортовой компьютер;
- бортовой компьютер, предназначенный для приема видеосигнала с видеокамеры и системы телеметрии, а также для передачи сигналов управления на систему управления и навигации и систему видеонаблюдения. Оснащен специализированной программной, предназначенной для управления всеми функциями транспортного средства;
- устройство для зарядки аккумуляторных батарей от электрической сети переменного тока 220В/50Гц.

В состав удаленного автоматизированного рабочего места оператора транспортного средства входит следующее оборудование:

- персональный компьютер типа «ноутбук», снабженный встроенным передатчиком радиосигнала;
- стол оператора транспортного средства [17].

3.5 Микропроцессорный модуль

Спинным мозгом системы является плата Arduino Mega основанная на микроконтроллере Atmega2560 и Arduino Uno, основанная на микроконтроллере Atmega328, в качестве головной системы используется

мобильное устройство под управлением Android. Для ориентации робота в пространстве используется как датчики входящие в состав мобильного устройства, так и внешние датчики. Данные с платы передаются на ПК для последующей обработки. В качестве основных языков программирования для написания программного обеспечения комплекса были выбраны C++ и Java. Технические характеристики представлены в таблице 3.5 [15].

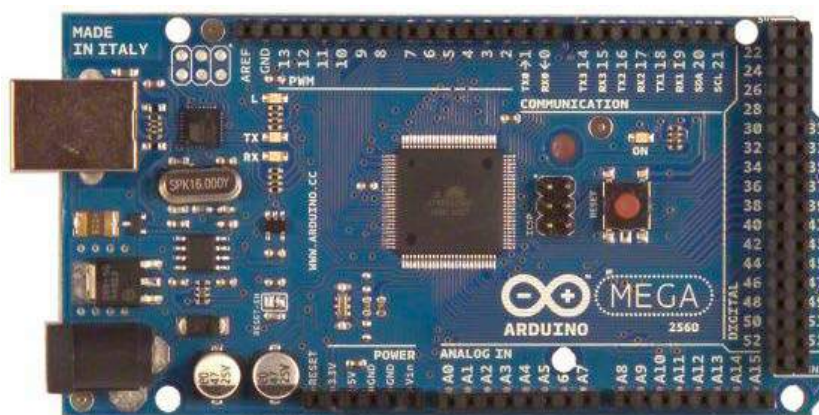


Рисунок 3.4 – Внешний вид Arduino Mega

Таблица 3.5 – Технические характеристики Arduino Mega

№ п/п	Характеристики	Значения
1	Микроконтроллер	ATmega328
2	Рабочее напряжение	5 В
3	Входное напряжение (рекомендуемое)	7-12 В
4	Входное напряжение (предельное)	6-20 В
5	Цифровые Входы/Выходы	54 (14 из которых могут использоваться как выходы ШИМ)
6	Аналоговые входы	16
7	Постоянный ток через вход/выход	40 мА
8	Постоянный ток для вывода 3.3 В	50 мА
9	Флеш-память	256 Кб (из которых 8 Кб используются для загрузчика)
10	ОЗУ	8 Кб
11	EEPROM	4 Кб
12	Тактовая частота	16 МГц

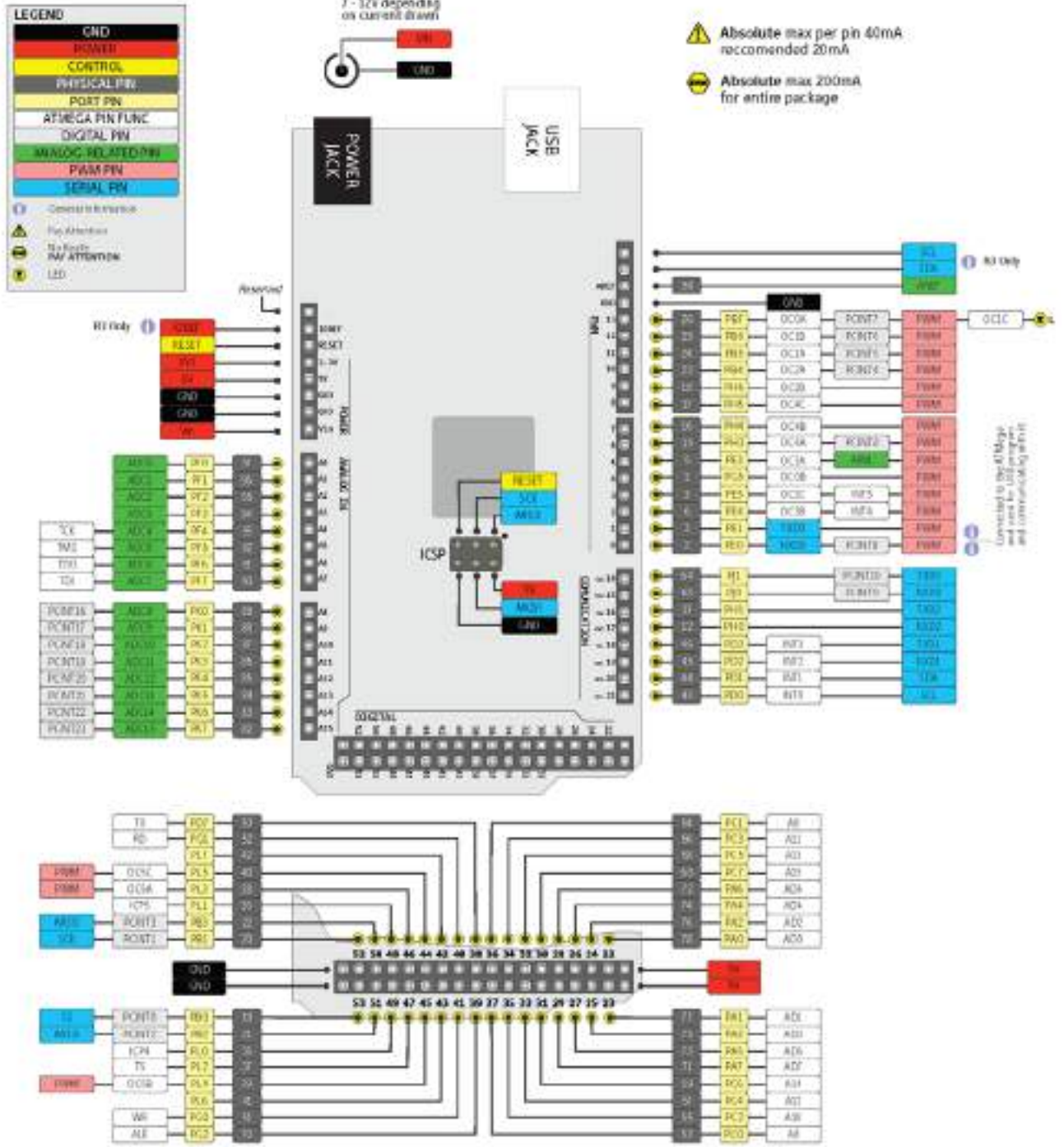


Рисунок 3.5 - Диаграмма выходов Arduino Mega 2560

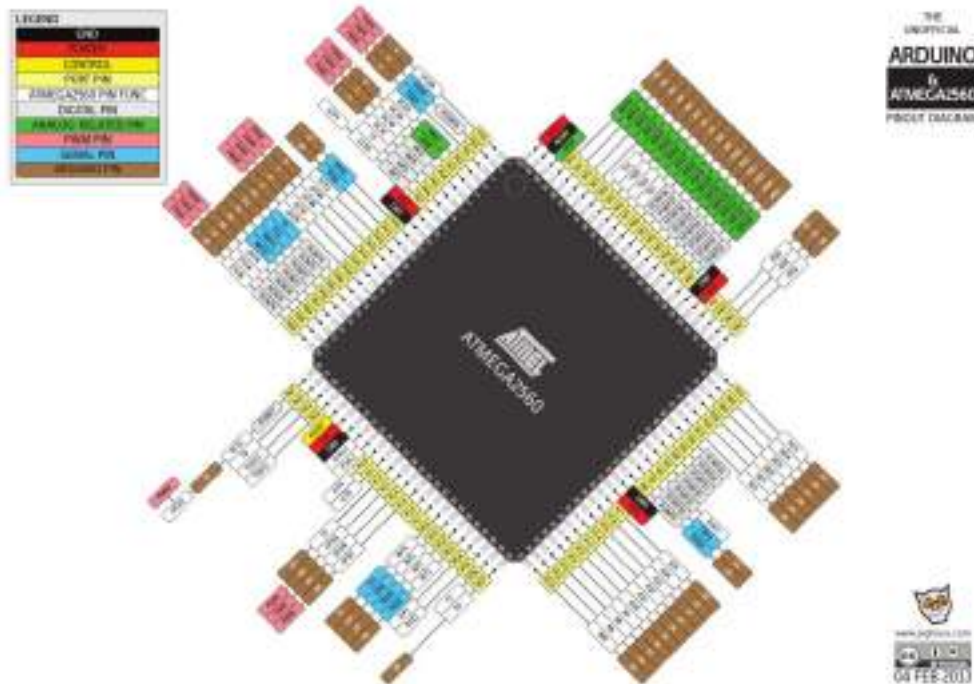


Рисунок 3.6 - Контроллер Arduino Mega 2560

3.6 Драйвер ИВТ-2

Модуль ИВТ-2 H-моста для двигателя с высокой мощностью.

Особенности: Данный драйвер использует чипы Инфинеон BTS7960 имеющие высокую мощность. Полный привод H-мост модуль с защитой от перенагрева. Двойной BTS7960 H-мост драйвер цепи эффективно изолирует микроконтроллер и драйвер двигателя током на 43А [13].



Рисунок 3.7 – Драйвер ИВТ-2

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дат.

Таблица 3.6 - Параметры значения драйвера IBT-2

№ п/п	Параметр	Значение
1	Вес	66 г:
2	Входное напряжение	6V-27V:
3	Максимальный ток	43A
4	Уровень входного сигнала	3.3 В-5В
5	Режим управления	PWM или уровнем
6	Сквозность импульсов	от 0 до 100%
7	Размер	50мм x 40мм

Спецификация:

- Двойной BTS7960 большой ток (43 А) H-мост драйвера;
- Эффективная защита микроконтроллера;
- 5В индикатор питания на борту;
- Индикация напряжения драйвера;
- Изоляция чипа 5 В от питания (можете делиться с MCU 5 В);
- Возможность реверса двигателя вперед, вторая входная частота PWM до 25 кГц;
- Напряжение питания: 5.5 В до 27 В.

Описание входных портов и двух поддерживаемых режимов использования.

На примере используется один режим использования

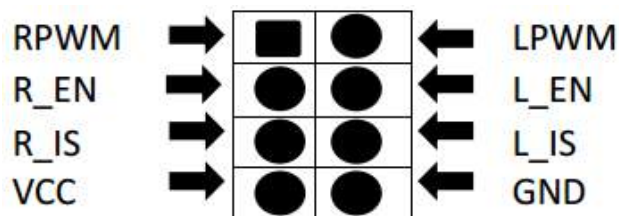


Рисунок 3.8 - Входные порты IBT-2

1. RPWM: ШИМ движение вперед;
2. LPWM: ШИМ движение назад;
3. R_EN и 4. L_EN: 5В, для разрешения вращения;
5. R_IS и 6. L_IS: Не используется;

7. VCC: Питание;

8. GND: Земля.

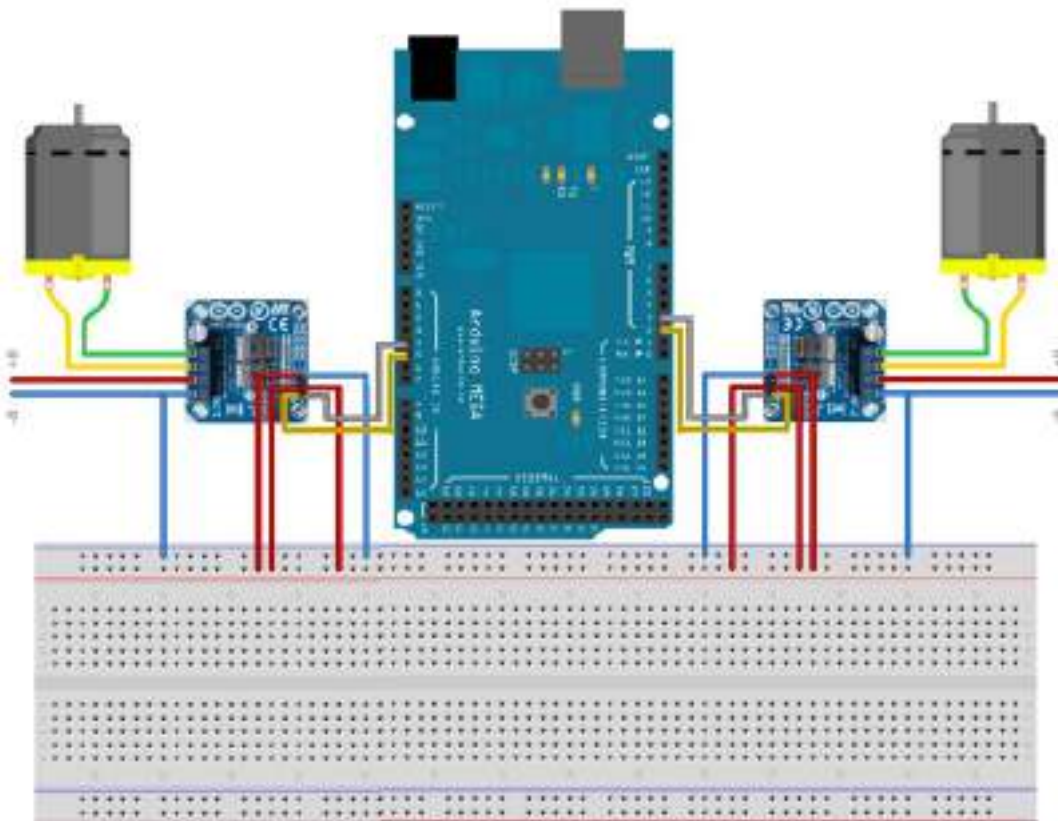


Рисунок 3.9 - Схема подключения драйвера ИВТ-2 к Arduino Mega

3.7 Модуль реле

Блок реле (рисунок 3.12) рассчитанное на работу с 2-мя независимыми нагрузками с максимальными параметрами 10А/250В.



Рисунок 3.10 – Блок реле

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дат.

130302.2017.032.00 ПЗ

Каждый канал поддерживает работу, как на замыкание нагрузки, так и на размыкание. Входы устройства рассчитаны на стандартные ТТЛ уровни сигналов включения/выключения. Небольшие размеры, высокие эксплуатационные характеристики, надежность, простота в изготовлении и низкая стоимость делают это устройство очень привлекательным.

С помощью предлагаемого набора можно автоматизировать процессы пуска систем вентиляции, освещения, охлаждения, нагревательного оборудования и т.д. Набор, безусловно, будет интересен и полезен для знакомства с основами электроники, получения опыта сборки и настройки устройств, программирования в среде Arduino [18].

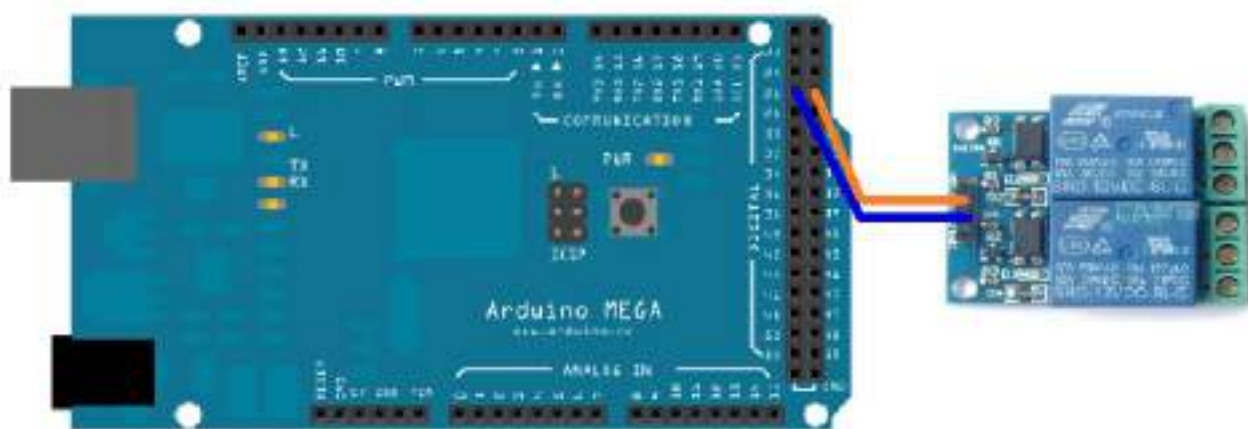


Рисунок 3.11 – Схема подключения модуля реле к Arduino Mega

Таблица 3.7 - Технические характеристики:

№ п/п	Параметр	Значения
1	Управляющее напряжение	5 Вольт DC
2	Максимальное напряжение реле	250 В
3	Максимальный ток реле	10 А
4	Быстродействие	10 мс.
5	Размер	46x47x15 мм
6	Вес	до 50 гр.

3.8 Устройство модуля Bluetooth HC-05

3.8.1 Описание устройства модуля Bluetooth HC-05

Модуль Bluetooth HC-05 позволяет настроить двустороннюю радиосвязь по протоколу bluetooth при управлении различными объектами. Модуль, установленный в прибор с микроконтроллером или без, связывает его, используя радиосвязь по протоколу bluetooth с персональным компьютером или андроидом.



Рисунок 3.12 - Внешний вид HC-05

Таблица 3.8 - Характеристика модуля Bluetooth

№ п/п	Параметр	Значение
1	Протокол связи	Bluetooth Specification v2.0+EDR
2	Частота	GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)
3	Мощность отправки	≤4dBm, Class 2
4	Мощность приема	≤-84dBm at 0.1% BER
5	Скорость асинхронная; синхронная	2.1Mbps(Max) / 160 kbps; 1Mbps/1Mbps
6	Безопасность	Authentication and encryption
7	Профиль	Bluetooth serial port

8	Питание	+5VDC 50mA
9	Рабочие температуры	-20 ~ +75 C
10	Размеры	26.9мм x 13 мм x 2,2 мм

3.8.2 Подключение модуля Bluetooth к Arduino Mega



Рисунок 3.13 Тип соединения

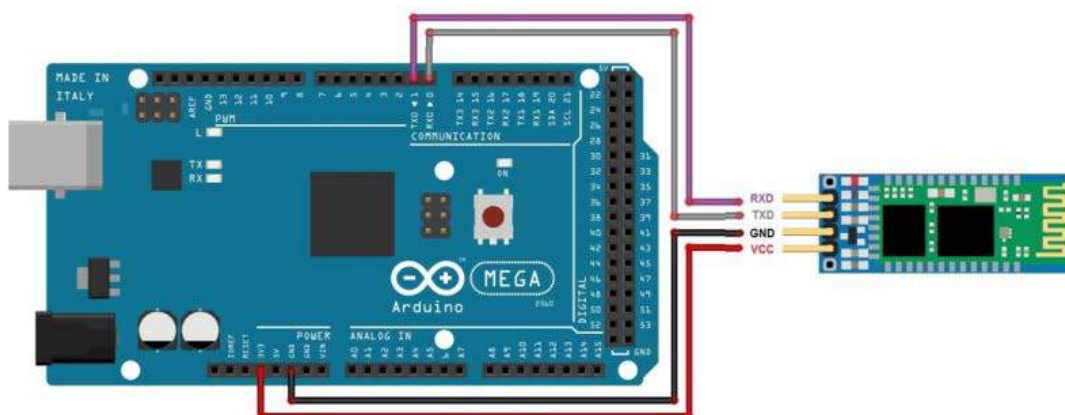


Рисунок 3.14 Схема подключения модуля Bluetooth HC-05 к Arduino Mega.

Таблица 3.9 - Выводы датчика

№ п/п	Bluetooth	Arduino Mega
1	VCC	+5v (+5 вольт)
2	GND	GND (земля)
3	RX	TX (arduino pin)
4	TX	RX (arduino pin)
5	LED	не используется
6	KEY	не используется

3.8.3 Алгоритм работы программы модуля Bluetooth.



Рисунок 3.15 - Bluetooth USB

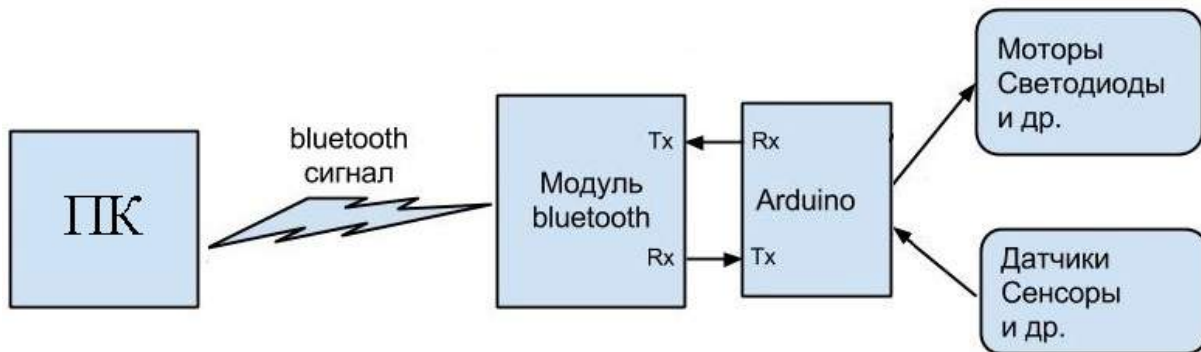


Рисунок 3.16 - Вид схемы подключения

Персональный компьютер (ПК), является «головным мозгом», в котором обрабатываются все данные и проводятся вычисления. На основании результатов вычисления по БТ каналу передаются команды, принимаемые БТ модулем и в дальнейшем поступающие по последовательному порту в Arduino. Arduino обрабатывает поступившие команды и выполняет их при помощи моторов, светодиодов и др. Кроме того, в Arduino поступают данные от сенсоров, датчиков и др..

На компьютере используют Bluetooth USB адаптер.

Нажимаем на иконку Bluetooth модуля и выбираем "Добавить устройство":

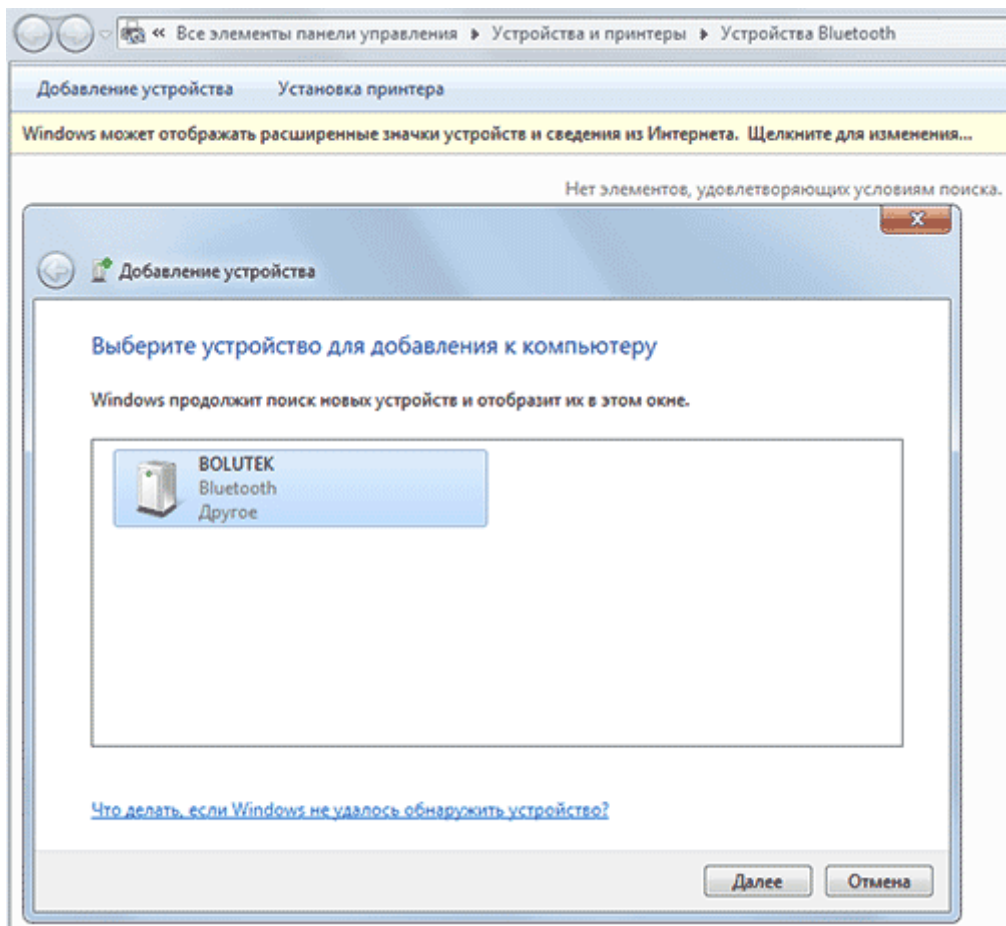


Рисунок 3.17 – Добавление устройства

Имя модуля VOLUTEK. Нажимаем "Далее" и переходим к окну, где необходимо ввести пароль для устройства:

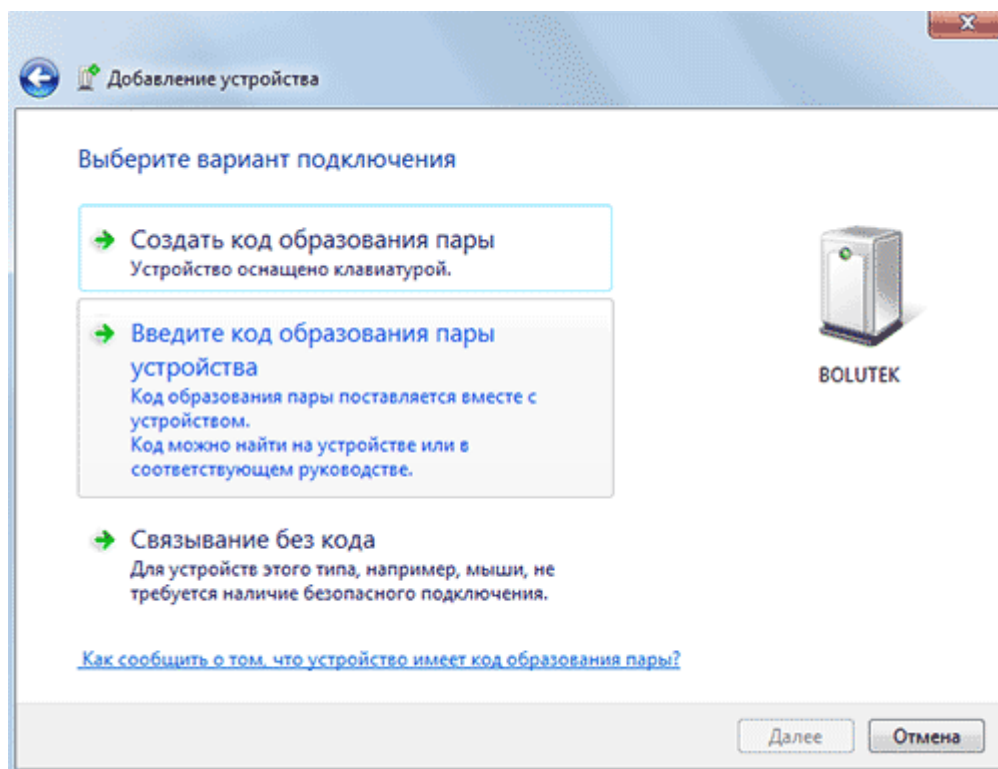


Рисунок 3.18 – Вариант подключения

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дат.
------	------	----------	-------	------

Выбираем пункт: "Введите код образования пары устройства". С завода, код установлен «1234», его и вводим. Программа настраивает и прописывает COM-порты. Их может быть как 2 шт. так и 1 шт.

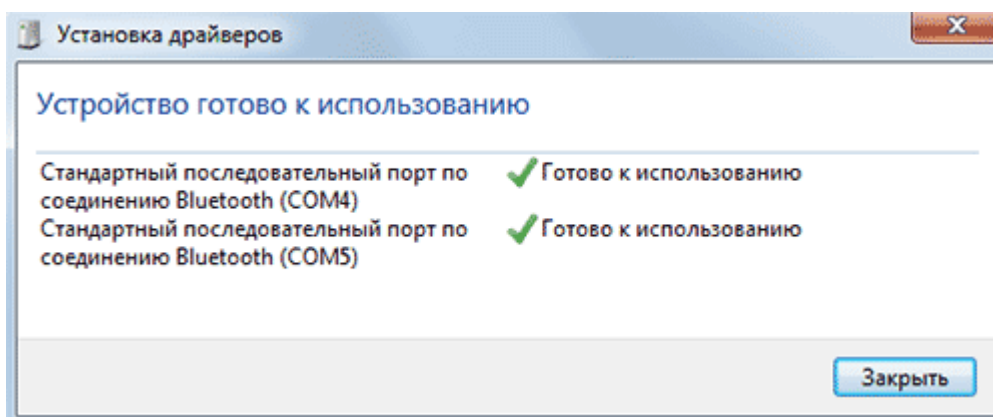


Рисунок 3.19 – Установка драйверов

В дальнейшем, смотрим на какой COM-порт назначалось и его параметры. Для этого щелкаем правой кнопкой мыши по устройству и выбираем "Свойства" и вкладку "Оборудование". Там можно посмотреть и изменить параметры виртуального COM-порта.

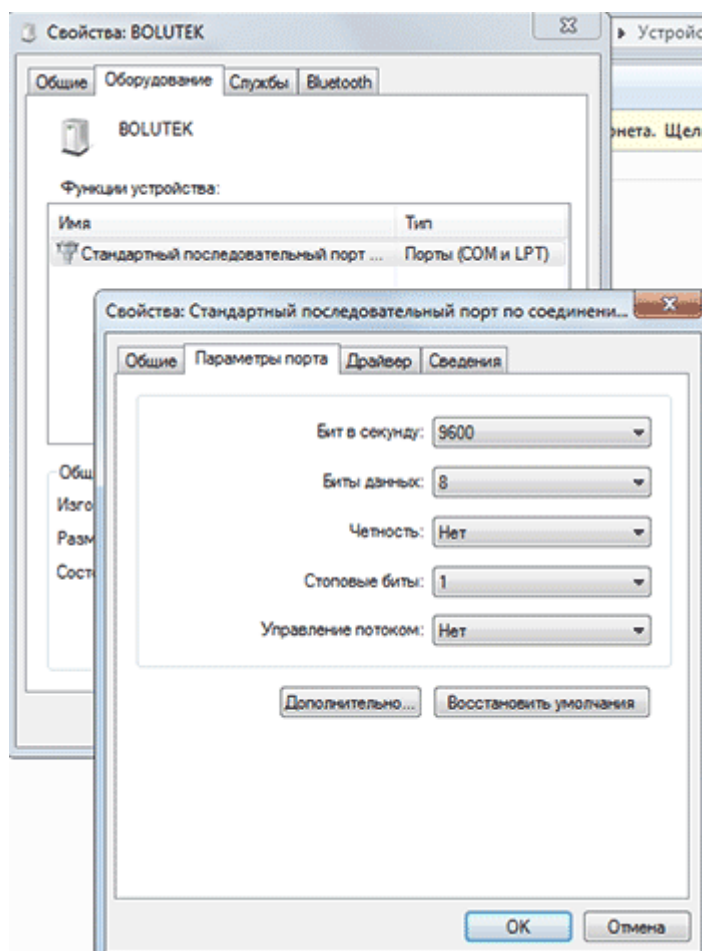


Рисунок 3.20 - Свойства

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дат.

Теперь, для приема и передачи данных на виртуальный COM-порт используем программу Arduino. При каждом запуске программы предлагается выбор соединения, переключаем флажок на Serial и выбираем COM порт вашего Bluetooth модуля.

3.9 Ультразвуковой датчик

Ультразвуковой датчик измерения расстояния HC-SR04



Рисунок 3.21 - Внешний вид HC-SR04

Таблица 3.10 - Характеристика датчика

№п/п	Параметр	Значение
1	Напряжение питания	+5В
2	Ток ожидания	<2mA
3	Ток, потребляемый в рабочем режиме	15mA
4	Измеряемое расстояние	2см – 400см
5	Частота импульсов	40кГц
6	Разрешение	0.3см
7	Угол измерения	30°
8	Габаритные размеры	45мм x 20мм x 15мм

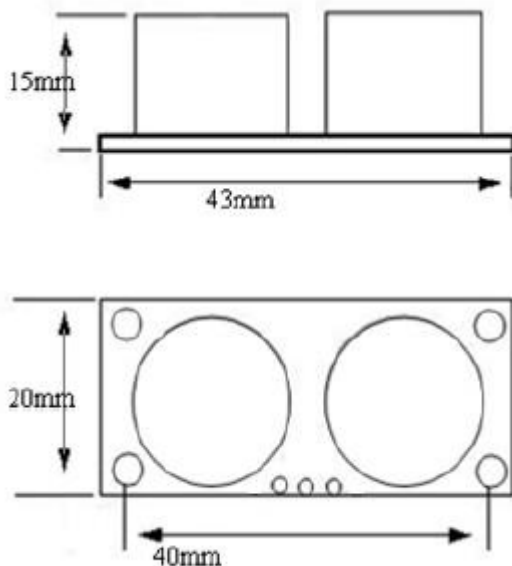


Рисунок 3.22 - Габаритные размеры

Таблица 3.11 - Выводы датчика

№ п/п	Ультразвуковой датчик	Arduino Mega
1	VCC	питание 5 вольт
2	Trig	вход триггера, запускающего измерения
3	Echo	выход, на котором генерируется импульс, длительность которого пропорциональна расстоянию
4	GND	Земля



Рисунок 3.23 - Тип соединения

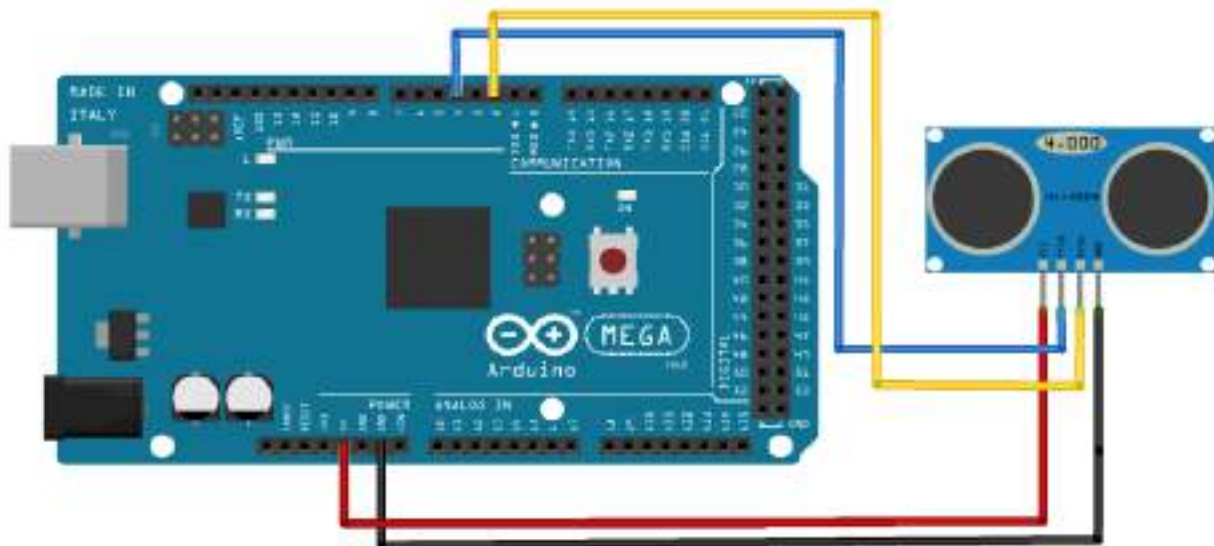


Рисунок 3.24 – Схема подключения ультразвукового датчика к Arduino Mega.

3.10 Система телеметрии и отображения информации интеллектуального роботизированного транспортного средства

Основой системы является плата Arduino Mega основанная на микроконтроллере Atmega2560. Для ориентации робота в пространстве используется внешние ультразвуковые датчики, установленные на несущей платформе. Данные с датчиков передаются на бортовой компьютер и плату для обработки и дальнейшей передачи на дисплей. Система телеметрии работает на отдельной плате, получает информацию непосредственно с датчиков и передает ее на экран. Преимуществом такого подхода является то, что это позволяет при минимальном вмешательстве в общую конструкцию оборудовать ИРТС данной системой, всего лишь необходимо закрепить плату Arduino Mega с дисплеем на несущей платформе и подключить сигнальные провода от датчиков. Также система с отдельной платой может похвастаться хорошей производительностью, гибкостью и простотой в настройке, способностью к наращиванию или упрощению опций, достаточной для многих лет работы надежностью. Необходимость в данной системе заключается в возможности получения информации с датчиков непосредственно на ИРТС, и диагностики их исправности. Набор датчиков может быть различным. В качестве основного

языка программирования для написания программного обеспечения системы был выбран C++.

3.10.1 Дисплей

Был выбран цветной графический TFT – дисплей с разрешением 480x320 точек и диагональю 3.2 дюйма. Отличительными особенностями от его аналогов являются компактность, цветность, возможность отображения большого количества информации, большая диагональ и хорошее разрешение, совместимость с платой Arduino Mega.

Характеристики дисплея:

- Контроллер: HX8357B
- Диагональ: 3,2 дюйма
- Рабочее напряжение: 3,3–5 В
- Разрешение: 480×320 (RGB)
- Интерфейс: 16-битный параллельный
- Размер экрана: 70×43 мм
- Размер модуля: 90×54 мм



Рисунок 3.25 - Цветной графический TFT-дисплей 480×320 / 3,2”

3.10.2 Схема системы

Для демонстрации возможностей системы были выбраны ультразвуковой датчик и два датчика линии. Ультразвуковой передает на экран цифровую информацию об измеренном расстоянии в сантиметрах. Аналоговый инфракрасный датчик линии подает сигнал при наличии аналогового сигнала на оптопаре, состоящей из светодиода и фототранзистора n-p-n типа. Светодиод излучает свет в инфракрасном диапазоне длиной волны 950 нм. Если свет отражается от поверхности и попадает на фото транзистор то сопротивление на нем уменьшается и загорается светодиод, сообщающий о наличии сигнала.

TFT – дисплей присоединяется непосредственно в плате через цифровые пины, датчики к плате подключаются с помощью проводов. Ультразвуковой датчик на данном этапе он подключается к плате Arduino Mega через макетную плату как и два инфракрасных датчика линии.

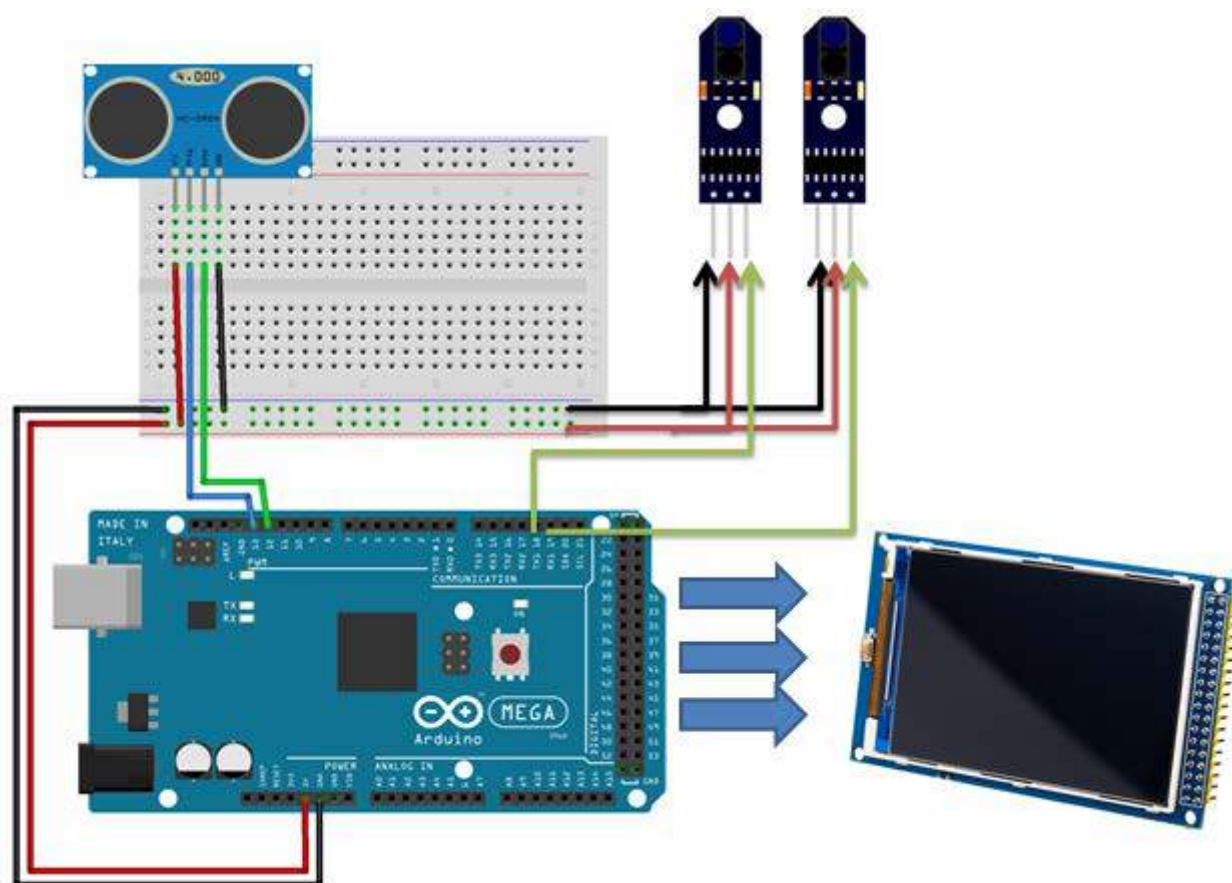


Рисунок 3.26 – Схема системы

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дат.

3.10.3 Алгоритм работы и программный код



Рисунок 3.27 - Структурная схема системы телеметрии ИРТС

Система состоит из платы Arduino Mega, с загруженным в нее программным кодом, и TFT – дисплея. Плата подключена к бортовому компьютеру, через который загружается программный код. К плате подключены датчики с которых она получает информацию и выводит ее на дисплей.

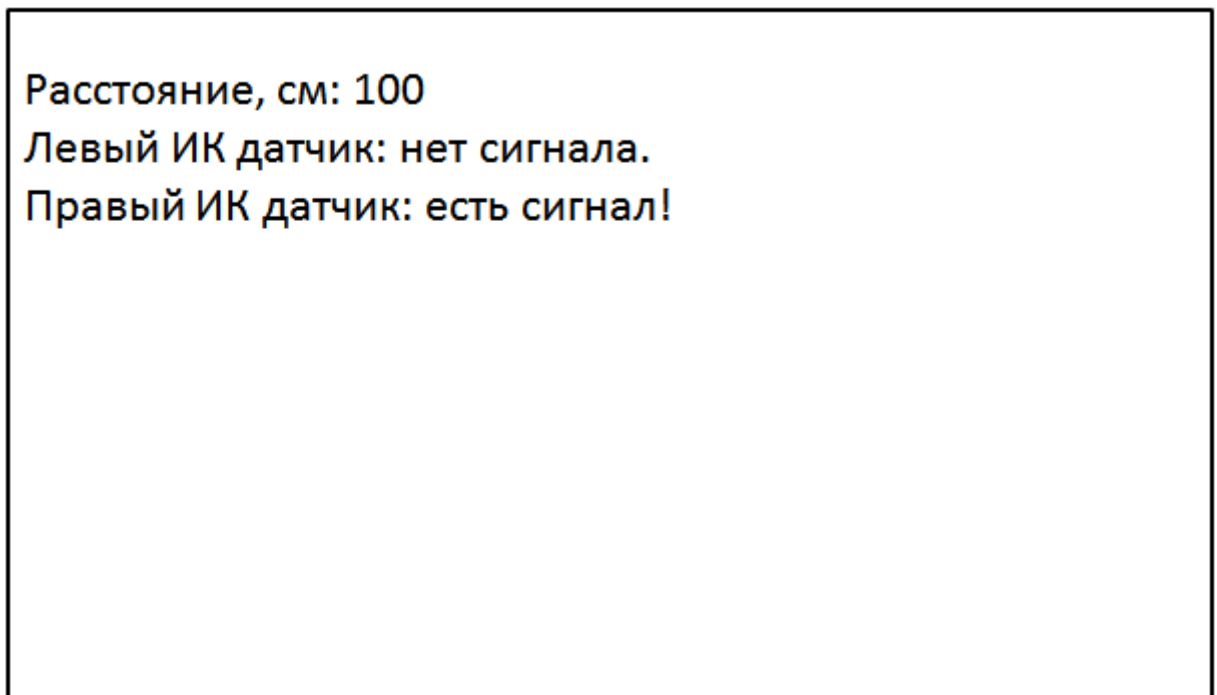


Рисунок 3.28 – Пример информации выводимой на экран

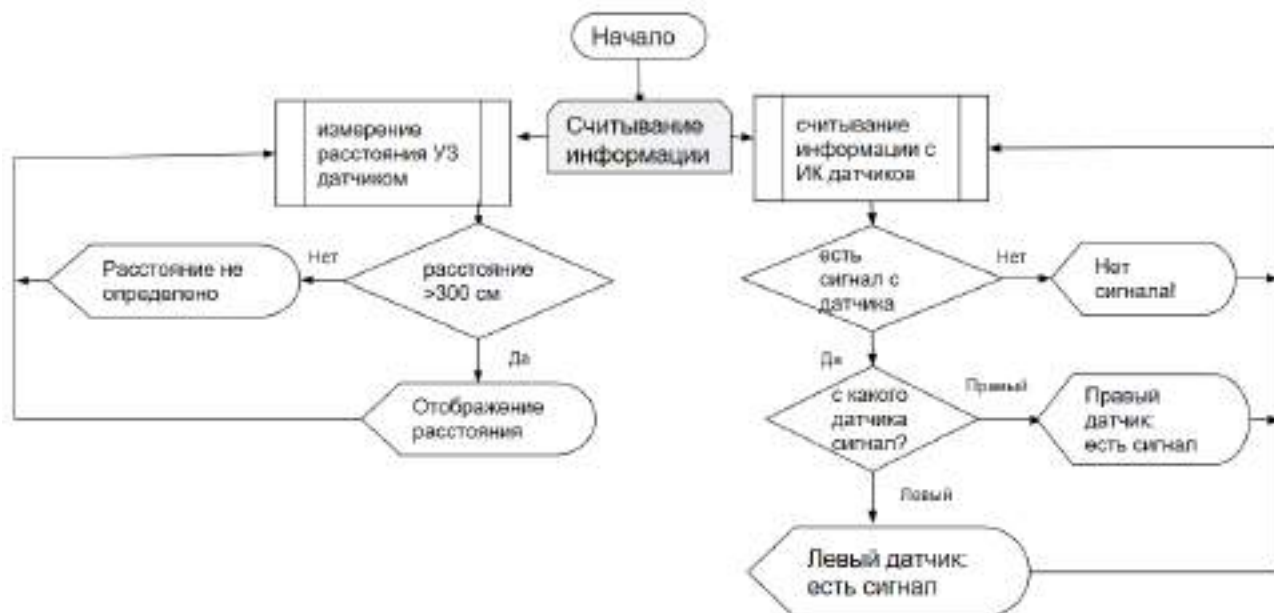


Рисунок 3.29 – Алгоритм работы системы телеметрии ИРТС

На рисунке 3.30 показана система в сборе. Изображение на дисплее показывает измеренное ультразвуковым датчиком расстояние и то что с правого инфракрасного (ИК) датчика линии поступает сигнал, о чем сигнализирует надпись на экране и стрелка. На рисунке 3.31 изображены показания на экране при другом расстоянии и сигнале с левого ИК датчика.

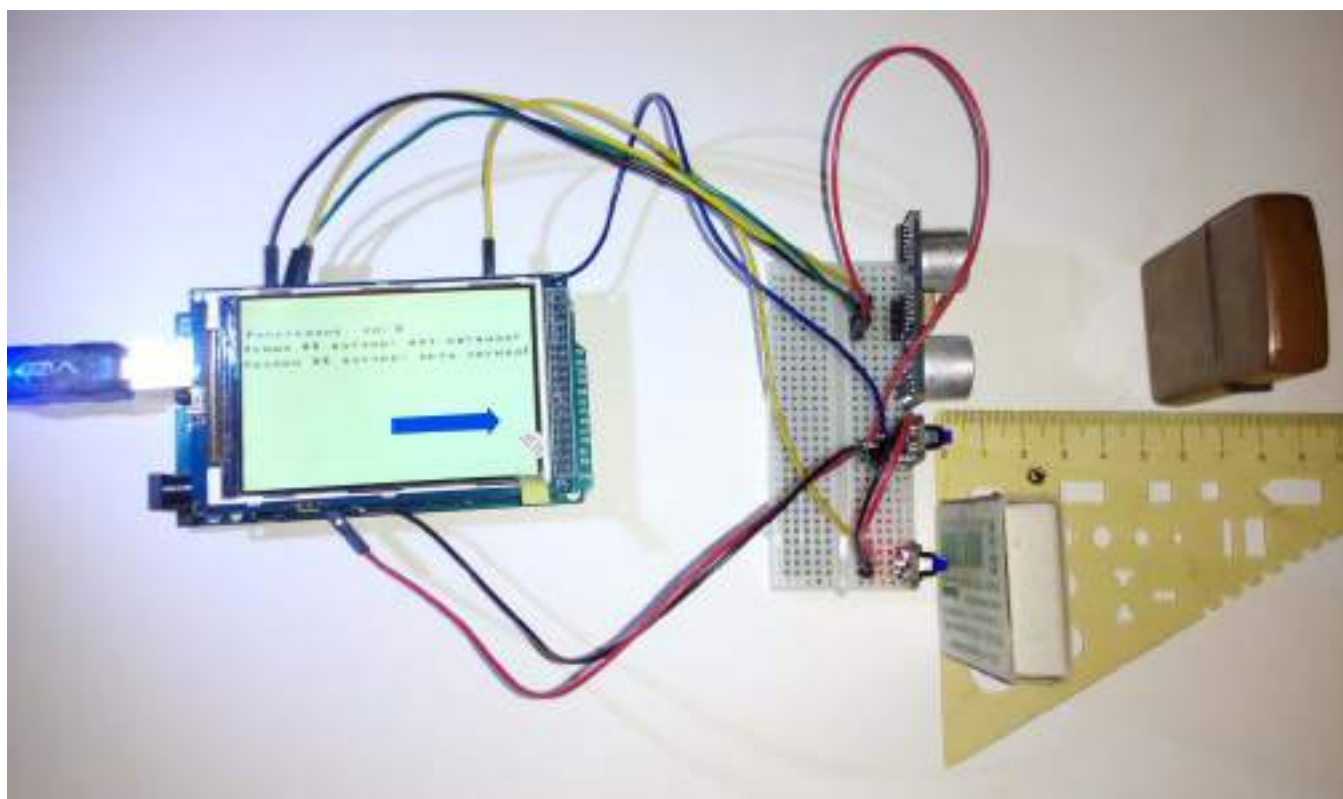


Рисунок 3.30 – Система в сборе, сигнал с правого ИК датчика

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дат.

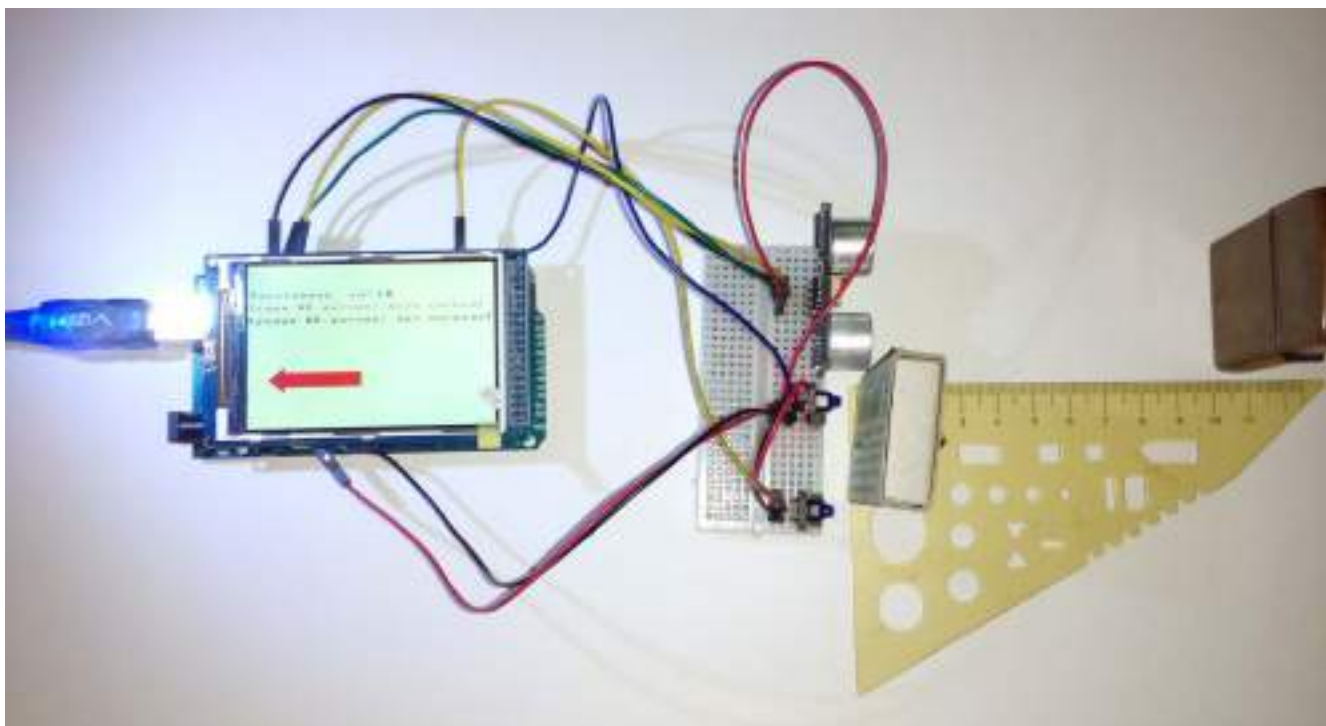


Рисунок 3.31 - Система в сборе, сигнал с левого ИК датчика

Программный код:

```
#include <UTFT.h>
#include "Ultrasonic.h"
#include <UTFT_Geometry.h>
Ultrasonic ultrasonic(13, 12);
const int leftPin = 19;
const int rightPin = 18;
UTFT myGLCD(CTE32HR, 38, 39, 40, 41);
extern uint8_t BigFontRus[];
UTFT_Geometry geo(&myGLCD);

int leftState = 0;
int rightState = 0;
int buttonState = 0;
int i=0;
int v=0;

void setup() {
```

```

pinMode(leftPin, INPUT);
pinMode(rightPin, INPUT);
pinMode(13,OUTPUT);
pinMode(12,INPUT);
myGLCD.InitLCD();
myGLCD.fillScr(VGA_WHITE);
}

void loop() {
  myGLCD.setColor(VGA_WHITE);
  myGLCD.fillRect(245, 50, 300, 65);
  leftState = digitalRead(leftPin);
  rightState = digitalRead(rightPin);
  digitalWrite(13, HIGH);
  digitalWrite(13, LOW);
  int dist_cm = pulseIn(12, HIGH)/54; // get distance
  if (dist_cm<300) {
    myGLCD.setBackColor(VGA_WHITE);
    myGLCD.setFont(BigFontRus);
    myGLCD.setColor(VGA_BLUE);
    myGLCD.textRus("Расстояние, см: ", 5, 50);
    myGLCD.printNumI(dist_cm, 250, 50);
  } else if (dist_cm>300) {
    myGLCD.setBackColor(VGA_WHITE);
    myGLCD.setFont(BigFontRus);
    myGLCD.setColor(VGA_BLUE);
    myGLCD.textRus("Расстояние не определено.", 5, 50);
  }
  if (leftState == HIGH) {
    myGLCD.setBackColor(VGA_WHITE);
    myGLCD.setFont(BigFontRus);

```

```

myGLCD.setColor(VGA_RED);
myGLCD.textRus("Левый ИК датчик: есть сигнал!", 0, 75);
myGLCD.setBackgroundColor(VGA_WHITE);
myGLCD.setFont(BigFontRus);
myGLCD.setColor(VGA_RED);
myGLCD.fillRect(71, 211, 220, 239);
geo.fillTriangle(71, 200, 71, 250, 40, 225);
delay(100);
} else if (rightState == HIGH) {
myGLCD.setBackgroundColor(VGA_WHITE);
myGLCD.setFont(BigFontRus);
myGLCD.setColor(VGA_GREEN);
myGLCD.textRus("Правый ИК датчик: есть сигнал!", 0, 100);
myGLCD.setBackgroundColor(VGA_WHITE);
myGLCD.setFont(BigFontRus);
myGLCD.setColor(VGA_BLUE);
myGLCD.fillRect(240, 211, 400, 239);
geo.fillTriangle(400, 200, 400, 250, 420, 225);
delay(100);
} else {
myGLCD.setColor(VGA_WHITE);
myGLCD.fillRect(40, 200, 420, 250);
myGLCD.fillRect(370, 133, 410, 153);
myGLCD.setFont(BigFontRus);
myGLCD.setBackgroundColor(VGA_WHITE);
myGLCD.setColor(VGA_BLACK);
myGLCD.textRus("Левый ИК датчик: нет сигнала!", 0, 75);
myGLCD.textRus("Правый ИК датчик: нет сигнала!", 0, 100);
}
}

```

Выводы по разделу 3

В данном разделе приведен перечень устройств и датчиков, подключенных к роботу, их название, назначение, технические характеристики, подключение. Разработана система телеметрии и отображения информации роботизированного транспортного средства. Выбран дисплей для нее, описан алгоритм работы и написан программный код.

					130302.2017.032.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дат.		65

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были рассмотрены история развития беспилотных транспортных средств, современные беспилотные транспортные средства, их преимущества, недостатки, процессы и устройства, на которые опираются беспилотники, чтобы двигаться самостоятельно или по заданному курсу.

Приведены примеры и аналоги бортовых компьютеров, с их характеристиками и возможностями, преимуществами и недостатками. Описано интеллектуальное роботизированное транспортное средство. Представлено полное его оснащение, а именно устройства, датчики, а также их назначение и принцип работы. Показана структурная схема робота, связь между различными сетями.

Был применен микропроцессорный модуль Ардуино Мега 2560, описаны его характеристики. Выбран дисплей, представлено его описание с техническими характеристиками, отображена схема сборки системы телеметрии и отображения информации ИРТС, указан принцип работы с данным роботом и написан программный код.

По результатам проверки оригинальность работы составляет _____ %.

Руководитель работы _____ / Астафьев Д.В. /

Студент _____ / Берсенев Е.С. /

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Википедия. Беспилотный автомобиль -
wikipedia.org/wiki/Беспилотный_автомобиль
2. Система самодиагностики автомобилей - <http://фордтранзит.рф/news/sistema-samodiagnostiki-avtomobiley>
3. Краткая история развития беспилотных автомобилей -
<https://geektimes.ru/post/274588>
4. Ткачѳв А. В., Шаныгин С. В. Обзор мобильных роботов, использующих бортовые системы навигации для автономного планирования пути к заданной цели // Молодой ученый. — 2015. — №19. — С. 215-219.
5. Десятка самых необычных роботов мира -
<http://www.novate.ru/blogs/231207/8071/>
6. Как это работает: беспилотный автомобиль Google -
<http://robotosha.ru/robotics/how-it-works-driverless-car-google.html>
7. В Google завершено создание прототипа самоуправляемого автомобиля -
<http://robotosha.ru/robotics/google-finished-prorotype-driveless-car.html>
8. Гурьянова Е.О. Обзор автоматизированных систем управления движением автомобилей. Студенческий научный журнал «Грани науки». 2016. Т.4,№1. С.60-65.
9. Робот мобильного видеонаблюдения и охраны «Трал Патруль» -
<http://www.smrobotics.ru/robot-mobilnogo-videonablyudeniya-tral-patrul/>
- 10.Что такое бортовой компьютер? Разновидности, основные функции и возможности - <http://avtopulsar.ru/chto-takoe-bortovoj-kompyuter-raznovidnosti-osnovnye-funkcii-i-vozmozhnosti/>
- 11.Архангельский А.Я. Программирование на С/С++. – М.: Бином, 2000 – 1100 с.
- 12.Куприянов М.С., Матюшкин Б.Д. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования. – СПб.: Политехника, 1999 – 592 с.
- 13.<http://roboting.ru/1850-robot-kenguru-nu-chto-poprygaem.html>

14. П.Хоровиц, У. Хилл. Искусство схемотехники. – М.: «Мир» 2001. – 301 с.
15. СТО ЮУрГУ 04-2008. Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008 – 56 с.
16. Д. Блум. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. - BHV, 2015 г.
17. Павловская Т.А. С/С++. Программирование на языке высокого уровня. – СПб.: Питер, 2009. – 461 с.: ил.

					130302.2017.032.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат.</i>		68



Общий вид торпеды



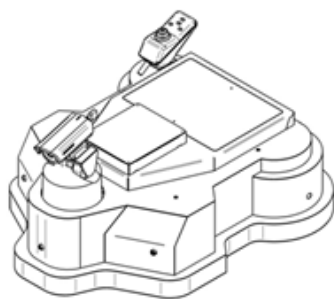
Водительская приборная панель



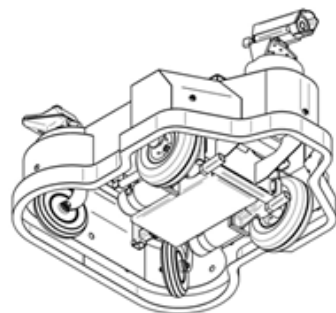
Центральная приборная панель



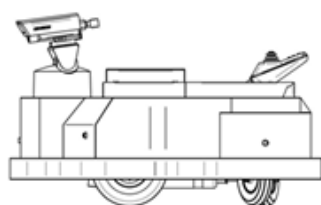
				<i>130302.2017.032.02.00</i>				
<i>Имя/фамила</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Дата</i>	<i>Время</i>	Аналоги: информационная система «Tesla Model S»		<i>Лист</i>	<i>Масса</i>	<i>Максимум</i>
<i>Подпись</i>	Берснев							
<i>Подпись</i>	Астафьев					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Подпись</i>	Астафьев					НИУ ЮУрГУ Кафедра «ДВСиЭСА»		
<i>Подпись</i>	Лазарев							



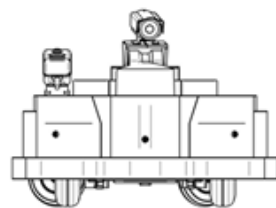
а) общий вид



б) вид снизу



в) вид слева



г) вид спереди

Внешний вид несущей платформы

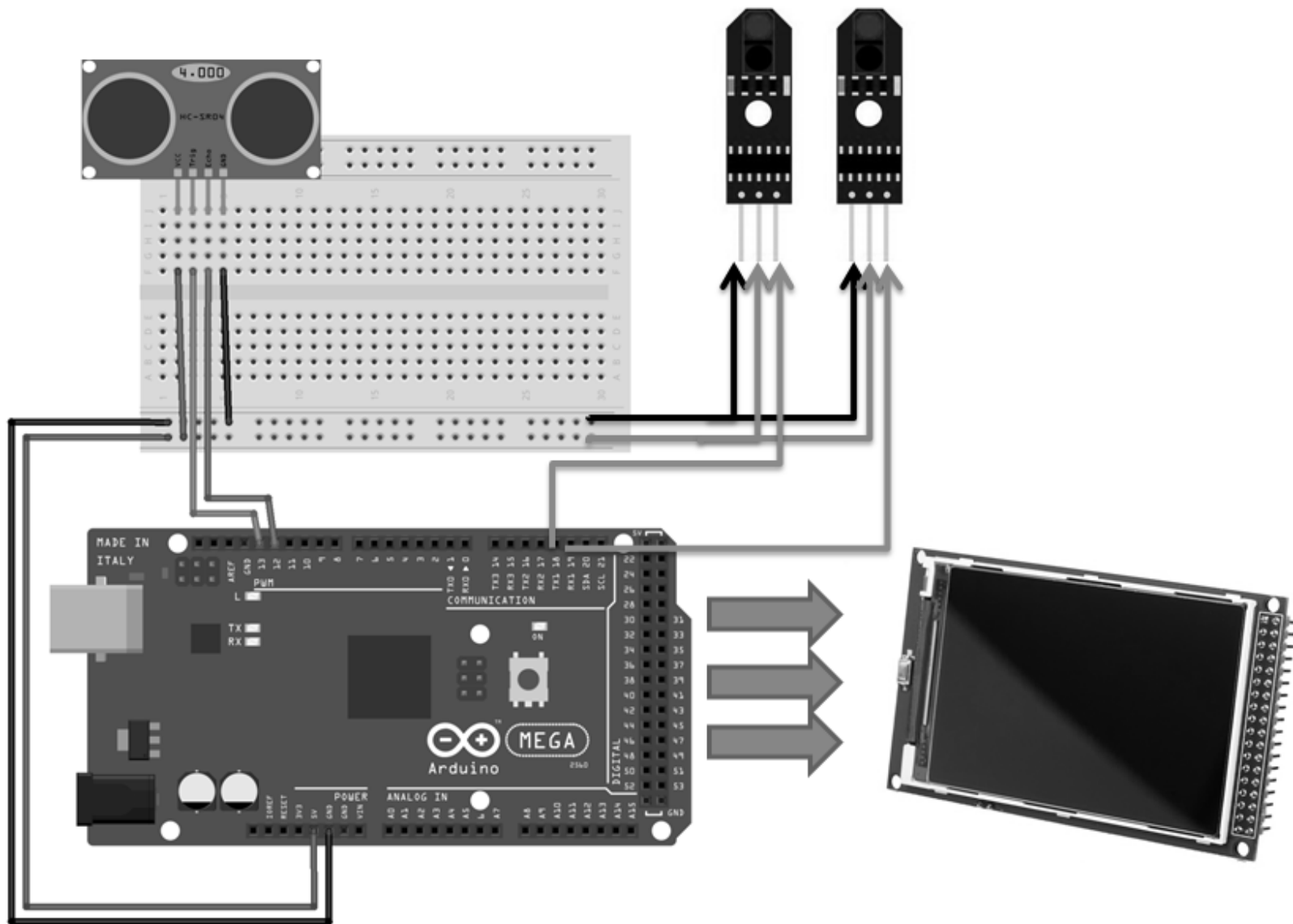
Таблица 1 - Общие технические характеристики

Параметр	Значения
Масса в снаряженном состоянии, не более	75 кг
Грузоподъемность	60 кг
Габаритные размеры (ШхВхГ), не более	1000х700х1000 мм
Диапазон изменения скорости передвижения	0...6 км/ч
Пробег без дополнительной подзарядки, не менее	15 км
Время работы без дополнительной подзарядки, не менее	2 ч
Преодолеваемый угол, не менее	12 градусов
Преодолеваемое вертикальное препятствие, не более	40 мм
Температура окружающей среды	+10... +35 градусов
Относительная влажность воздуха (без образования конденсата)	до 80 %

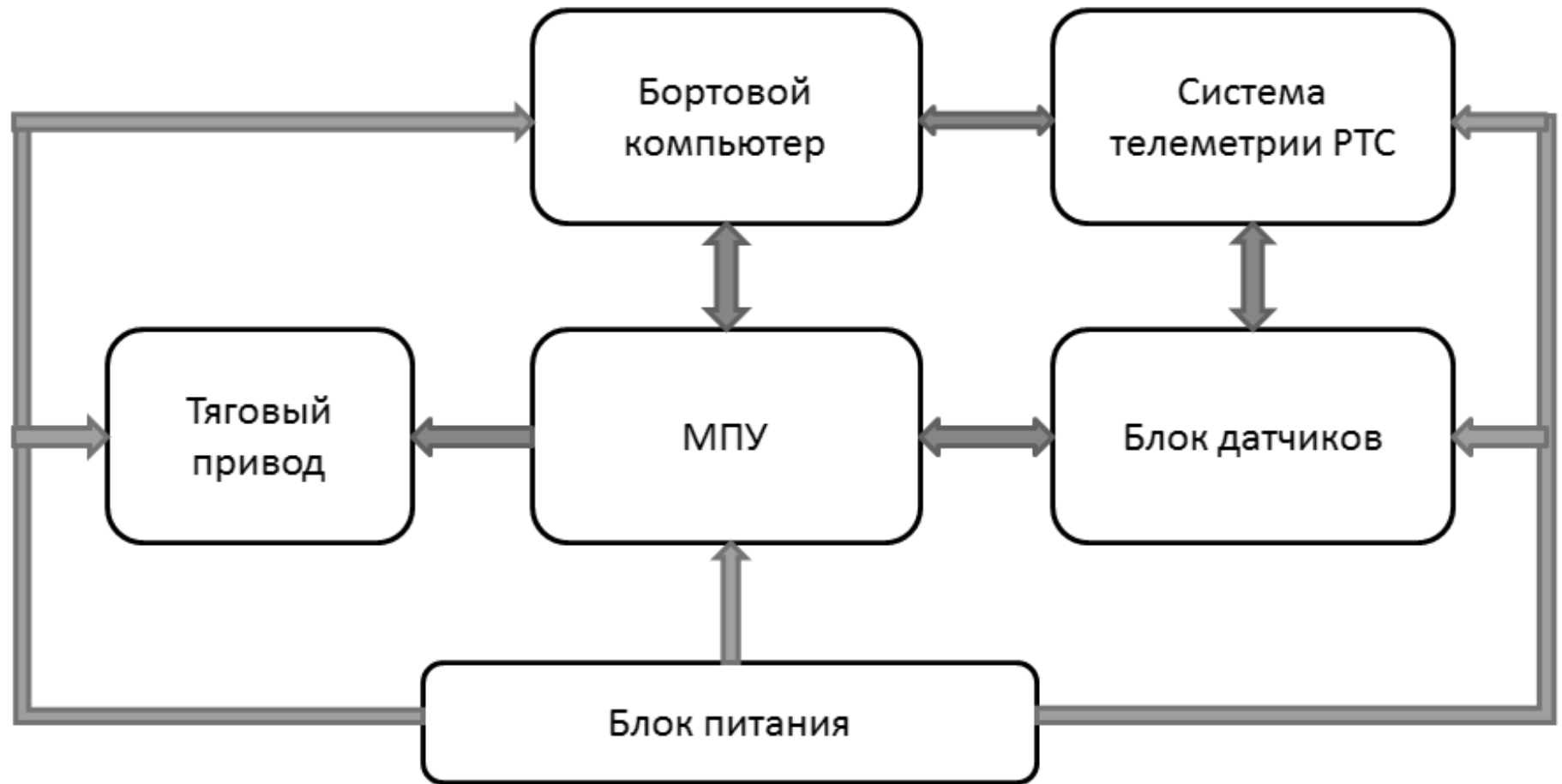
Таблица 2 - Характеристики аккумуляторных батарей

№ п/п	Параметр	Значения
1	Ёмкость	2 батареи по 33 А·ч
2	Напряжение	24 В
3	Габариты	165x175x125 мм
4	Вес	12,3 кг

				130302.2017.032.03.00		
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Интеллектуальное роботизированное средство	Лист	Масса
Провер.	Провер.	Провер.	Провер.		Лист	Масса
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.		НИУ ЮУрГУ Кафедра «ДВСиЭСА»	
Удобр.	Удобр.	Удобр.	Удобр.			



				<i>130302.2017.032.04.00</i>			
<i>Имя/Ист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Изд.</i>	<i>Дата</i>	<i>Схема подключения датчиков и экрана к Arduino Mega 2560</i>		<i>Ист.</i>	<i>Ист.об.</i>
<i>Разработ.</i>	<i>Берсенева</i>						
<i>Проб.</i>	<i>Астафьев</i>			<i>НИУ ЮУрГУ Кафедра «ДВСиЭСА»</i>			
<i>Учт.</i>							
<i>Исполн.</i>	<i>Астафьев</i>						
<i>Уд.</i>	<i>Лазарев</i>						



						<i>130302.2017.032.05.00</i>			
<i>Изм./лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Изд.</i>	<i>Дата</i>	<i>Структурная схема системы телеметрии ИРТС</i>			<i>Лист</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разработ.</i>	Берсенева								
<i>Проект.</i>	Астафьев			<i>НИУ ЮУрГУ Кафедра «ДВСиЭСА»</i>			<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Исполнит.</i>	Астафьев								
<i>Удобр.</i>	Лазарев								

Сиситема видеонаблюдения

Поворотная камера с 20-ти кратным увеличением

Световая сигнализация-стробоскоп

Шесть камер кругового обзора

Камера определения местоположения

Встроенные антенны Wi-Fi

Стеклопластиковый кузов

Алюминиевые диски

Пневматические шины размера 17x5-8

Пульт диагностики

LED панель диагностики

Ключ зажигания

Индикатор заряда батареи

Крышка

Система управления движением

Камера корректировки пути проезда

Восемь мощных LED для подсветки при ночном движении

Стереокamеры обнаружения препятствий

Крышка пульта диагностики

Фара цветовой индикации состояний

Ультразвуковые датчики препятствий

Стальной бампер

Воздушно масляный амортизатор

				130302.2017.032.01.00		
				Роботизированный комплекс «Трал-Патруль»		
Исполн.	Лист	№ докум.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.		Берснев				
Проб.		Астафьев				
Констр.						
Исполн.		Астафьев				
Упр.		Лазарев				
				НИУ ЮУрГУ Кафедра «ДВСиЭСА»		