

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

УДК 681.586-026.572

Флягин
Александр Юрьевич

**Программно-аппаратный комплекс для дистанционного обнаружения
объектов в пространстве и их визуализации**

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии»

Научный руководитель
Тонконогов Борис
Александрович
к.т.н., доцент

Минск 2021

ВВЕДЕНИЕ

Взаимодействие человека и машины – растущая часть отраслей и производственного процесса. Таким образом, безопасность людей всегда является главным приоритетом, особенно когда речь идет об автоматически движущихся частях. Чтобы избежать несчастных случаев, машины должны автоматически отключаться в ситуациях, когда продолжение работы может представлять угрозу для здоровья человека. Однако рабочие склонны игнорировать меры предосторожности, поэтому люди должны распознаваться при входе в потенциально опасные зоны, чтобы принять меры предосторожности для безопасности рабочих. В последнее время большое внимание уделяется распознаванию людей с помощью систем камер. Но не только использование камер требует больших вычислительных затрат, но и очень сложно доказать их надежность в той мере, в какой это требуется по соображениям безопасности человека. Другая проблема заключается в том, что камеры и другие оптические датчики часто выходят из строя в условиях плохого освещения, например, из-за пыли в процессе производства, характерная для промышленных сред.

В современном мире уже нет таких сфер деятельности, где не используются технические средства, они становятся все более усовершенствованными и способны выполнять многие задачи, и в основном те, которые не под силу человеку. Для функционирования многих таких систем необходимы системы детектирования человека, технического зрения, а также всевозможные системы, позволяющие оценивать обстановку вокруг и ориентироваться в пространстве.

Для решения этих задач используют различные средства, например, в охранных системах используются датчики расстояния, в зависимости от предназначения, в основе используются ультразвуковые, инфракрасные, магнитоконтактные, микроволновые, томографические датчики и т.д. Все эти датчики имеют свои преимущества и недостатки.

Для измерения на больших расстояниях используются ультразвуковые датчики, измеряющих время, за которое ультразвук проходит расстояние от датчика до объекта и обратно.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами

Тема диссертационной работы утверждена Советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Актуальность темы исследования

С развитием технологий все чаще возникает необходимость в системе, которая могла бы оценить окружающее пространство, дистанционно обнаружить предметы, узнать расстояние до них, определить форму предмета. Для реализации данных операций чаще всего используются ультразвуковые датчики расстояния. Они также широко используются в гидроакустике, электроакустике, системах неразрушающего контроля, эхолотах (сонарах), уровнемерах, ультразвуковых расходомерах, ультразвуковых медицинских приборах

Цель и задачи исследования

Целью данной магистерской диссертации является проектирование и разработка программно-аппаратного комплекса для дистанционного обнаружения объектов в пространстве и их мониторинга.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Проанализировать мировой опыт использования систем и технологий для обнаружения предметов в пространстве.
2. Провести анализ ультразвуковых датчиков расстояния и выбрать наиболее подходящий для обнаружения предметов в пространстве.
3. Исследовать, разработать и оптимизировать процесс обнаружения объектов в пространстве.
4. Реализовать пилотный проект разрабатываемого комплекса.

Объектом исследования являются ультразвук, ультразвуковые датчики.

Предметом исследования являются система обнаружения и мониторинга предметов в пространстве.

Область исследования содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии»

Информационная база исследования сформирована на основе литературы, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

Магистерская диссертация выполнена самостоятельно, проверена в системе «Антиплагиат». Процент оригинальности составил 78%. Заимствования и цитирования обозначены ссылками на публикации, указанные в «Списке используемых источников».

Научная новизна заключается в создании улучшенной архитектуре автоматизированной системы, отличительной особенностью которой является гибкость и открытость для расширения и реализации дополнительной функциональности, а также реализации специализированных алгоритмов программных модулей, сокращающих временные затраты и упрощающих сопровождение, модернизацию и переносимость на другие платформы за счет применения принципа модульности.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Архитектура автоматизированной системы, особенностью которой является гибкость и открытость для расширения и реализации дополнительной функциональности.
2. Специализированные алгоритмы программных модулей и их техническая реализация на основе современных информационных технологий.
3. Установлено, что максимальная точность измерений достигается при расстоянии до объекта от 7 до 324 см, показано, что точность измерений зависит от формы объекта, его материала и окружающей среды

Теоретическая значимость работы заключается в исследовании методов измерения, режимов работы ультразвуковых датчиков, исследования факторов, влияющих на распространение звука в воздухе.

Практическая значимость – разработан пилотный проект программно-аппаратного комплекса, позволяющий дистанционно обнаружить объекты, а также определить расстояние до них.

Апробация диссертации и информации об использовании ее результатов

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на 56-й и 57-й научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов (18-20 мая 2020 г., БГУИР, Минск, 19-23 апреля 2021 г., БГУИР, Минск) и X Республиканской научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов (22 апреля 2021 г., ГГУ им. Скорины, Гомель).

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 4 печатных работ, из них 4 доклада в материалах научных конференций.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка цитируемой литературы и приложения.

Во введении приводится обоснование актуальности работы.

Первая глава содержит обзор текущих технологий, аналогов и их актуальность. Была выбрана методика измерения расстояния, проведена оценка влияния окружающей среды на распространение звука в воздухе, составлена структурная схема работы устройства (рисунок 1).

Вторая глава носит обзорный характер. В ней проводится анализ компонентов, платформы и модулей программно-аппаратного комплекса, их сравнительная характеристика, а также выбор наиболее оптимального варианта и сборка устройства. По итогам второй главы установлено, что для проектируемого комплекса наиболее подходящим и оптимальным является ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04, который будет установлен на сервопривод GS90. Устройство будет работать на базе Arduino с целью удешевления конечного продукта. Для удаленной передачи информации был выбран микроконтроллер ESP8266.

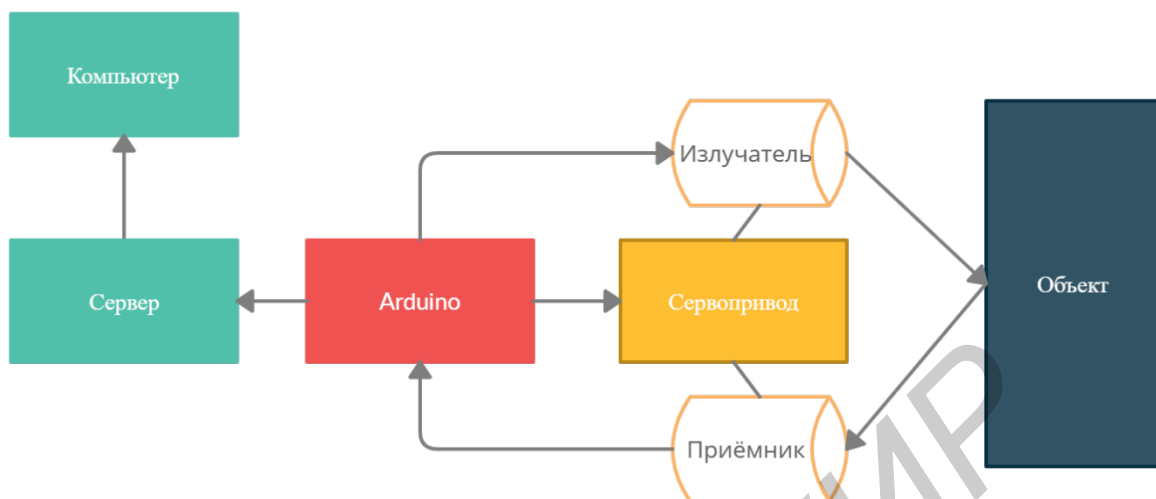


Рисунок 1 – Структурная схема работы устройства

Третья глава посвящена разработке алгоритма работы устройства, его программной реализации и графического интерфейса. Блок-схема работы устройства отображена на рисунке 2.

Четвертая глава содержит информацию об исследовании полученных результатов при различных начальных условиях и выводы из них. Был составлен график (рисунок 3) зависимости отклонения от расстояния до объекта, на основанный на полученных экспериментальных данных.

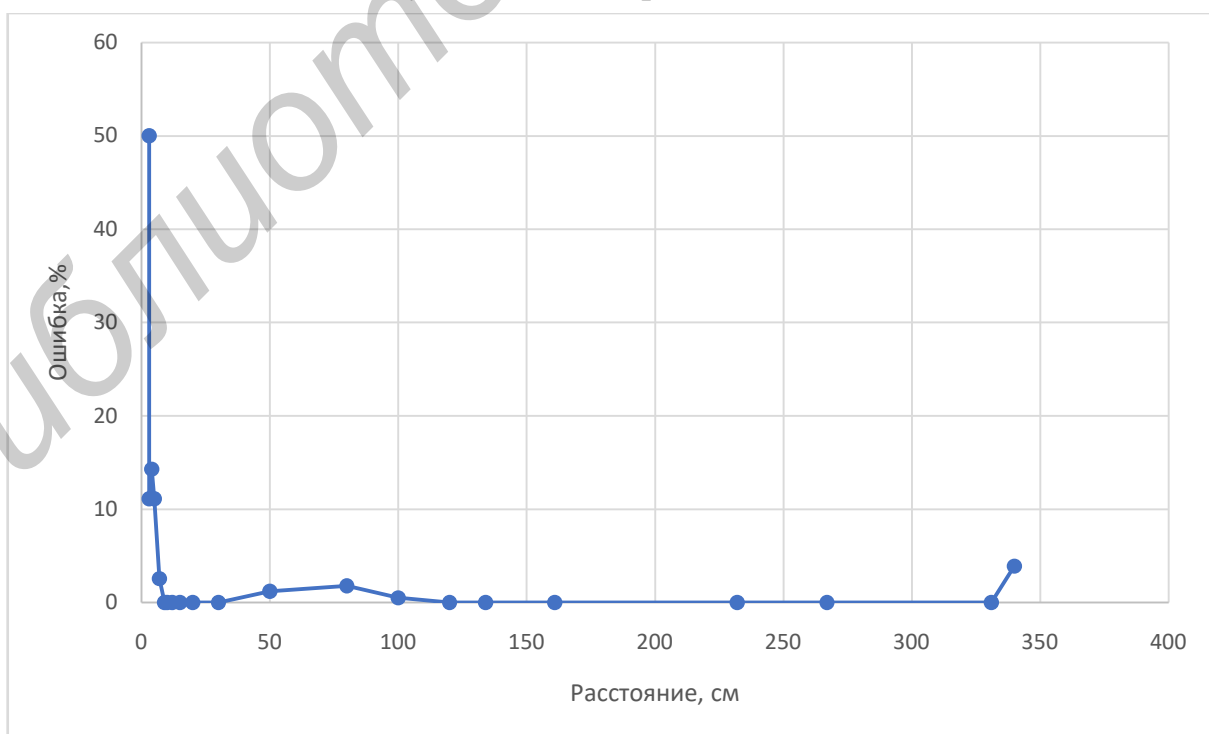


Рисунок 3– Зависимость отклонения измерений от расстояния до объекта

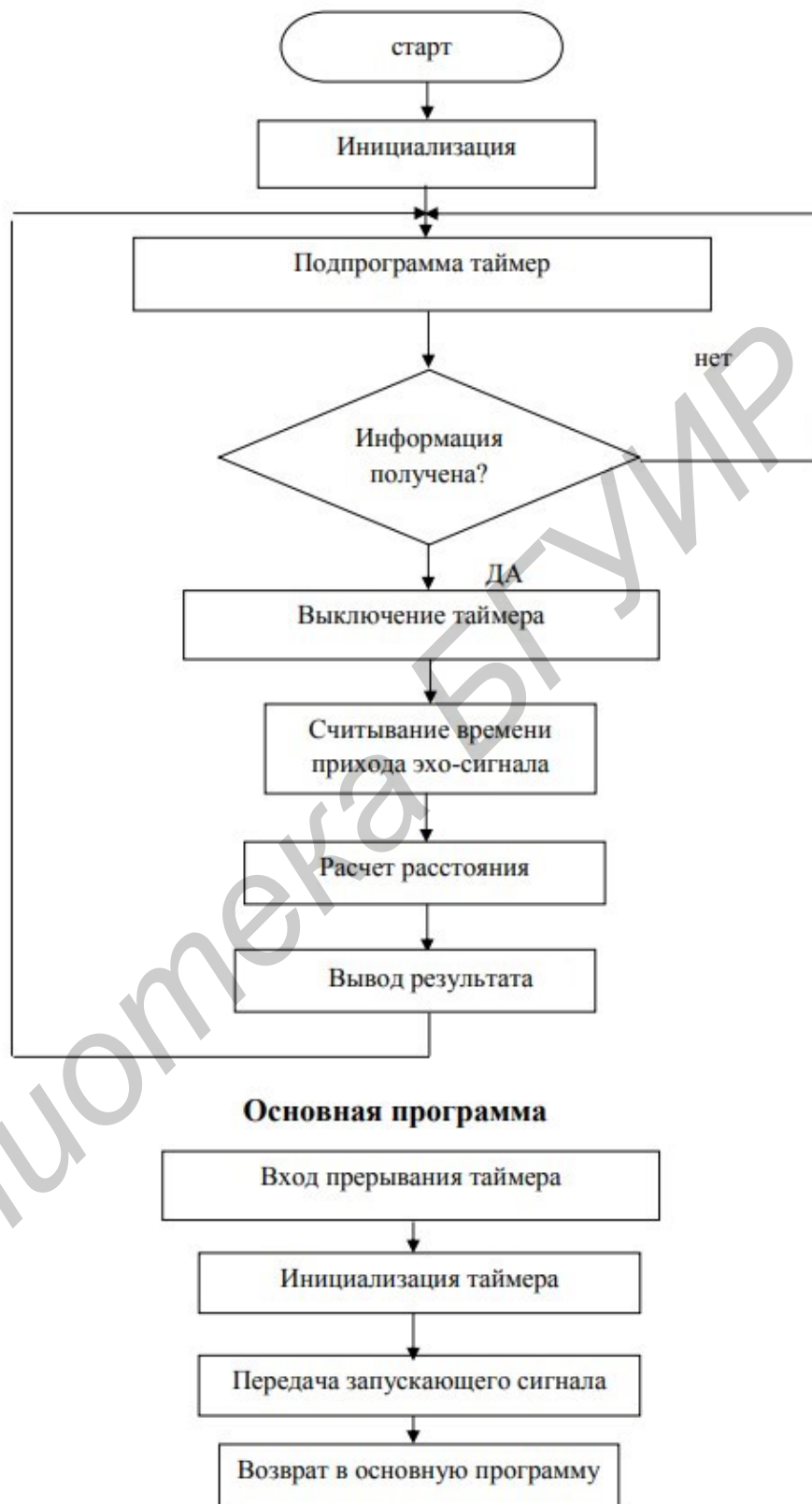


Рисунок 2– Блок-схема работы устройства

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системы детектирования используются в различных отраслях: медицине, электронике, дефектоскопии и тд. В настоящее время актуальной является задача измерения расстояния в системах машинного зрения роботов для планирования задач, поведенческой навигации и исследования неизвестной местности. В простых системах машинного зрения роботов широко используются ультразвуковые датчики благодаря невысокой цене и высокой дальности действия.

Был произведен анализ существующих разработок, составлена оптимальная элементная база. Диапазон действия системы зависит от диапазона используемого ультразвукового датчика. В этой системе использовался ультразвуковой датчик HC-SR04 с диапазоном измерения от 2 до 400 см, однако, согласно полученным результатам установлено, что максимальная точность измерений достигается при расстоянии до объекта от 7 до 324 см.

В результате работы разработан и реализован пилотный проект программно-аппаратного комплекса на базе Arduino, с использованием серводвигателя и ультразвукового датчика. Разработанная система способна считывать расстояние до препятствий и угол обнаружения и преобразовывать эти данные в визуально представленную информацию. Точность измерений сопоставима с другими системами на ее уровне, поскольку она адекватно сообщает о любых препятствиях, которые она находит на своем пути, и предоставляет приблизительную дальность действия объекта. Применение для этой системы могло бы быть в области систем обнаружения и предотвращения объектов для робототехники или, возможно, в системах обнаружения вторжений, где может быть неэкономично использовать несколько устройств для обеспечения адекватного покрытия.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1. Флягин, А.Ю. Оценка ослабления амплитуды, обусловленной расхождением и затуханием ультразвуковой волны / А.Ю. Флягин // Электронные системы и технологии: материалы 56-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск: БГУИР, 2020 – С. 407.

2. Флягин, А.Ю. Влияние окружающей среды на точность работы ультразвукового датчика / А.Ю. Флягин // Электронные системы и технологии: материалы 57-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск: БГУИР, 2021 – С. 271.

3. Флягин, А.Ю. Метод программной коррекции ультразвукового сигнала / А.Ю. Флягин // Электронные системы и технологии: материалы 57-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск: БГУИР, 2021– С. 274.

4. Флягин, А.Ю. Автоматическое распознавание формы объектов при помощи набора ультразвуковых датчиков / А.Ю. Флягин // Автоматизация исследований: материалы X Республиканская научная конференция студентов, магистрантов и аспирантов.– Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2021 – [в печати]