

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Отчет по преддипломной практике

Студент	Е.Н. Кабринович
Руководитель	С.В. Черечень
Консультант от кафедры ЭВМ	С.А. Байрак
Нормоконтролер	А.С. Сидорович

МИНСК 2020

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ  
Зав. каф. ЭВМ  
\_\_\_\_\_ Б.В. Никульшин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к дипломному проекту  
на тему  
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ  
ОБЪЕКТА

БГУИР ДП 1–40 02 01 01 034 ПЗ

Студент	Е.Н. Кабринович
Руководитель	С.А. Байрак
Консультанты:	
от кафедры ЭВМ	С.А. Байрак
по экономической части	Т.Л. Слюсарь
Нормоконтролер	А.С. Сидорович
Рецензент	

МИНСК 2020

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет: ФКСиС. Кафедра: ЭВМ.

Специальность: 40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети».

Специализация: 40 02 01-01 «Проектирование и применение локальных компьютерных сетей».

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ЭВМ

\_\_\_\_\_ Б.В.Никульшин

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ**

по дипломному проекту студента  
Кабриновича Евгения Николаевича

**1** Тема проекта: «Аппаратно-программный комплекс измерения скорости объекта» – утверждена приказом по университету от 31 марта 2020 г. №860-с.

**2** Срок сдачи студентом законченного проекта: 1 июня 2020 г.

**3** Исходные данные к проекту:

**3.1** Протоколы взаимодействия: SPI, USART.

**3.2** Среда разработки: Atmel Studio 2008.

**3.3** Языки программирования: C

**4** Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

Введение 1. Обзор литературы. 2. Разработка структурной схемы. 3. Разработка функциональной схемы. 4. Разработка принципиальной схемы. 5. Разработка программной части. 6. Экономическая часть. Заключение. Список использованных источников. Приложения.

**5** Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

**5.1** Вводный плакат. Плакат.

**5.2** Аппаратно-программный комплекс измерения скорости объекта. Схема электрическая структурная.

**5.3** Аппаратно-программный комплекс измерения скорости объекта. Схема электрическая функциональная

**5.4** Аппаратно-программный комплекс измерения скорости объекта. Схема электрическая принципиальная

**5.5** Аппаратно-программный комплекс измерения скорости объекта. Схема программы

**6** Содержание задания по экономической части: «Технико-экономическое обоснование разработки и производства комплекса измерения скорости объекта».

ЗАДАНИЕ ВЫДАЛ

Т.Л. Слюсарь

#### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного проекта	Объем этапа, %	Срок выполнения этапа	Примечания
Подбор и изучение литературы.	10	23.03 – 30.03	
Структурное проектирование	15	30.03-08.04	
Функциональное проектирование	25	08.04 – 24.04	
Разработка принципиальной схемы	20	24.04 – 8.05	
Написание программных модулей	10	8.05 – 15.05	
Расчет экономической эффективности	5	15.04 – 20.05	
Оформление пояснительной записки	15	20.05 – 30.05	

Дата выдачи задания: 23.03.20

Руководитель

С.А. Байрак

ЗАДАНИЕ ПРИНЯЛ К ИСПОЛНЕНИЮ

\_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	7
1.1 Общие сведения .....	7
1.2 Способы измерения скорости .....	7
1.3 Обоснование выбора метода измерения .....	8
1.4 Навигационной системы .....	9
1.5 Принцип работы системы GPS .....	10
1.6 Описание протокола NMEA0183 .....	11
1.6.1 GPGGA .....	12
1.6.2 GPGLL .....	13
1.6.3 GPVTG. ....	13
1.7 Выбор микроконтроллера .....	14
1.8 Интерфейс I <sub>2</sub> C .....	16
1.9 Обзор аналогов .....	17
2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ .....	20
2.1 Микроконтроллер .....	20
2.2 Модуль GPS .....	21
2.3 Источник питания .....	21
2.4 Каскад согласования измеряемого напряжения .....	21
2.5 Датчик освещенности .....	21
2.6 Модуль индикации .....	21
2.7 Преобразователь напряжения .....	22
2.8 Часы реального времени .....	22
3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА КОМПЛЕКСА ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ОБЪЕКТА ...	23
3.1 Характеристика аппаратно-программного комплекса .....	23
3.2 Расчет экономического эффекта от производства аппаратно- программного комплекса .....	23
3.3 Расчет инвестиций в проектирование и производство аппаратно- программного комплекса .....	27
3.3.1 Расчет инвестиций на разработку аппаратно-программного комплекса .....	27
3.3.2 Расчет инвестиций в прирост оборотного капитала .....	28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	30
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	34

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие прогресса во второй половине XX века сопутствовал вместе с противостоянием сверхдержав в холодной войне. В XXI веке эти достижения продолжились развиваться, но в мирное русло, применяя достижения прошлого и нового веков в мирных целях. Многие вещи, которые используются в повседневном обиходе у людей, произошли от достижений в военно-промышленного комплекса: пластик, липучки, обезболивающие средства, лейкопластырь, микроволновая печь и т.д.

Сферу высоких технологий электронную отрасль эти процессы также не обошли стороной. Достижения прошлого века, придуманные в первую очередь для эффективного ведения боевых действий, в нашем веке стали все больше применяться в мирных сферах жизни людей. Все более и стремительнее. Современные достижения в области высоких технологий основаны именно на этом прогрессе прошлого. Конечно, они морально устарели, зато создали отличную основу для развития новых технологий.

А в тоже время, в современном обществе произошло развитие и улучшение социального положения человека. Все больше и больше людей способны приобрести то, что ранее считалось невозможным среднему классу и было доступно только обеспеченному слою населения. Одним из предметов является автомобиль. Все больше и больше на сегодняшний день появляется автомобилистов, в крупных городах все чаще и чаще в часы пик стали появляются автомобильные пробки, а также дорожно-транспортных происшествий.

Современные автомобили оснащаются всеми современными устройствами индикации, которые сигнализируют об окружающей обстановке. Но до сих пор у конструкторов автомобилей не сформировался ответ на главный вопрос: так какая же информация необходима и важна для глаз водителя? Приборный интерфейс постоянно модернизируется и совершенствуется. Необходимость информировать водителя о любых изменениях показателей движения автомобиля и окружающей обстановки с целью улучшения безопасности движения и комфортной поездки. И в тоже время не перегружать водителя лишней информацией и временем за просмотром всех этих показателей. Ведь пользоваться водителем ею должен во время движения транспортного средства.

Еще одной проблемой, для многих пользователей транспортным средством, является контроль скорости. В современных автомобилях продолжают использоваться стрелочные индикаторы скорости, что не совсем удобно при быстрой езде. Так как внимание уделяется на то чтобы посмотреть текущую скорость, при условии, что не на всей шкале нанесены цифры. Водитель должен с помощью одного взгляда узнать свою текущую скорость. Также, все производители автомобилей намеренно изменяют показания приборов по контролю скорости. Спидометры показывают завышенные

показатели скорости. Все это связано с “психологическим эффектом” - уберечь водителя от превышения скорости. Но если смотреть объективно, то больше 60% нарушений водителей в Республике Беларусь является превышение скорости. Искоренить это невозможно. Научить культуре вождения - тоже. Но можно их предостеречь.

Целью данного дипломного проекта является разработка комплекса по измерению скорости объекта. Данный комплекс будет работать на основе системы измерения геолокации. Также в нем будет присутствовать минималистичный оригинальный интерфейс, с возможностью автоматической корректировки яркости, чтобы в темноте данный интерфейс не ослеплял водителя. Также, есть и дополнительные функции: измерение напряжения на аккумуляторной батарее автомобиля, часы реального времени с корректировкой, а также количество видимых устройством спутников.

Данное устройство позволит получать необходимую в движении автомобиля информацию о нем. Предназначено для любого наземного транспортного средства.

Исходя из поставленной цели, были сформулированы следующие задачи:

- 1) Проанализировать литературу.
- 2) Составить структурную и функциональную схему прибора.
- 3) Анализ и выбор необходимых компонентов.
- 4) Разработка структуры программы управления контроллером.
- 5) Составить электрическую принципиальную схему.
- 6) Написание программного кода управления контроллером.

# **1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

## **1.1 Общие сведения**

С развитием в конце XIX – начале XX вв. механической техники дало толчок к появлению и развитию приборов, которые позволяли мерить необходимые показатели. Одним из таких приборов является спидометр. Он входит в число обязательных приборов, которые необходимы для автомобилиста. И не только: контроль скорости используется практически во всех самоходующихся средствах (на земле, на воде, в воздухе). Спидометр – измерительный прибор, способный определять модуль мгновенного движения тела относительно земли.

В первой половине XX века спидометр считался очень необычной вещью и экстраординарным прибором. Однако с развитием автомобилестроения, транспортные средства того времени стали способны все большие и большие скорости перемещения. Под влиянием этих факторов, а также увеличением дорожно-транспортных происшествий с участием автомобилей, было принято решение устанавливать спидометр как обязательный измерительный прибор автомобиля. Первым изобретателем спидометра считается сербский ученый Никола Тесла.

## **1.2 Способы измерения скорости**

На сегодняшний день, с развитием науки и технологий, методы и способы измерения скорости постоянно меняются и совершенствуются. Стандартный автомобильный спидометр основан на счете количества оборота вторичного вала за определенное время.

В учебном пособии Дивина «Методы и средства измерений, испытаний и контроля» [1] приводится следующая классификация:

1) Аэрометрический. Основан на измерении динамического напора, функционально связанного со скоростью тела, движущегося в воздушной среде. Средства измерения, построенные на аэрометрическом методе, позволяют измерять скорость с погрешностью, не превышающей 2 – 3%

2) Акустический. Основан этот способ измерения скорости на приеме электроакустическим преобразователем звука от движущихся пар. При этом способе, выделяют так же тональную составляющую из спектра шумоизлучения автомобиля. Этот способ может применяться в условиях плохой видимости, но не является в достаточной степени надежным и не позволяет произвести идентификацию транспортного средства, поэтому такой способ не получил распространения.

3) Корреляционный. Предназначен в основном для контроля скорости движущихся транспортных средств. За перемещаемым объектом следят два фотоприемника, размещенные на расстоянии друг от друга. Они



воспринимают отраженный от движущегося объекта свет. Сигналы фотоприемников усиливаются, фильтруются и преобразуются в цифровой вид после чего поступают в процессор, который выполняет функции коррелятора. При появлении нерегулярностей соответствующие пики выходного сигнала второго фотоприемника оказываются сдвинутыми, что сигнализирует об изменении и на сколько именно.

4) Использование спутниковой системы навигации. Он основан на измерении задержки распространения сигнала от спутника до приемника. Из полученного сигнала приемник получает данные о местонахождении спутника. Подробнее рассмотрен в подразделе 1.4.

5) Оптический. Основан на использовании лазера (или лидара). Лазер излучает на уровне инфракрасного диапазона несколько коротких импульсов в сторону измеряемого объекта. Далее это излучение дойдя до объекта отражается от него и попадает на лидар. Устройство управления анализирует дальность до объекта в разные фиксированные моменты времени. Используя константное время излучения инфракрасных импульсов, и динамически изменяющееся расстояние из двух точек в двух моментах времени, устройство управления с легкостью вычисляет скорость объекта.

6) Радиочастотный способ, основанный на использовании эффекта Доплера, имеющий в своем составе радар, включающий в себя источник ультразвуковых колебаний с частотой  $f_0$ , и приемник ультразвуковых колебаний, отразившихся от движущегося объекта. Если объект приближается к радару, то частота колебаний  $f$ , отразившихся от него, будет больше первоначальной. Если наоборот, то частота будет меньше. Таким образом, по разности частот ( $f - f_0$ ) можно узнать о скорости объекта и о направлении его движения. Есть следующие диапазоны частот: X (10,5 ГГц), K (24,150 ГГц).

### **1.3 Обоснование выбора метода измерения**

Причина, по которой была выбрана методика с использованием навигационных спутников, связана именно с проблематикой обычных автомобильных спидометров – их точность.

Производители транспортных средств намерено завышают показания спидометров в среднем на 5%. Правило ЕЭК ООН № 39 [2], регламентирующее производство измерительных приборов для автомобилей, устанавливает норму, что исправный спидометр автомобиля всегда должен или завышать измеряемую скорость, (на величину не более 10%), или показывать ее абсолютно точно. Все производители автомобилей должны следовать этому стандарту. Дословно требование это звучит так: скорость по прибору никогда не должна быть меньше истинной скорости. Также, по средству влияния износа ходовой части, точность падает, что делает это завышение показателей дополнительной перестраховкой автовладельца от несчастных случаев.

Измерение же посредством приема спутникового сигнала всегда показывает скорость движения гораздо более близкую к реальной, чем любой штатный автомобильный спидометр. Некоторое влияние на точность показаний может оказывать положение спутников, но для средних широт эта проблема не так актуальна. Плохая точность такого способа измерения неэффективна в полярных широтах, ввиду удаленности орбит спутников от этих областей. Некоторое влияние на точность измерений скорости могут также оказать рельеф местности, промышленные низкочастотные помехи, архитектурные сооружения – из-за этих факторов сужается видимый горизонт, но это кратковременные явления.

#### **1.4 Навигационной системы**

В современный век развития, спутниковая навигация развивается быстрыми шагами. В настоящее время в мире существуют четыре спутниковые системы навигации: GPS, Galileo, Бэйдоу и ГЛОНАСС.

Вообще, началом спутниковой навигации считается первый полет искусственного спутника Земли (ИСЗ) в 1957 году [3]. Американские ученые во главе с Ричардом Кешнером наблюдали эффект Доплера на испускаемом сигнале от спутника. Возникла идея от обратного: траектория спутника заранее известна, но неизвестен месторасположение приемника – точно зная положение спутника, можно определить собственную скорость и координаты.

Навигационная Система Глобального Позиционирования *Global Positioning System* (GPS) является частью комплекса навигационной системы определения времени и дальности (*Navigation Satellites providing Time And Range – NAVSTAR*), в США [4]. Разработка комплекса навигационной системы была начата в 1973 году. Гражданский сегмент спутниковой сети NAVSTAR принято называть аббревиатурой GPS, коммерческая эксплуатация которой началась в 1995 году. Основой системы GPS являются 24 навигационных спутника, движущиеся вокруг Земли по 6 круговым орбитальным траекториям, на высоте 20 тысяч километров. Наземная часть системы GPS состоит из десяти станций слежения.

ГЛОбальная Навигационная Спутниковая Система (ГЛОНАСС) была разработана в СССР и запущена в 1982 году. Изначально был также, как и в США, реализован под военные нужды, в первую очередь в навигации на море и позиционирование в пространстве в воздухе. Позже был предоставлен и в гражданский сегмент. Основой системы являются также, как и в GPS 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли, но в трех орбитальных плоскостях и на высоте около 19 тысяч километров. Основное отличие от системы GPS в том, что спутники ГЛОНАСС не имеют резонанса (синхронности) с вращением Земли – это обеспечивает большую стабильность, которая в свою очередь не требует постоянных корректировок орбит спутников во время эксплуатации.

## 1.5 Принцип работы системы GPS

Основу системы составляют сеть ИСЗ, расположенных на околоземной орбите. Орбита каждого спутника точно рассчитана, для того чтобы в любой момент времени можно было знать месторасположение спутника. И спутник, чтобы быстро воспринимал где он находится. Эти спутники непрерывно излучают сигнал в направлении Земли.

Координаты местоположения GPS-приемника вычисляются по расстоянию до ИСЗ. Для вычисления расстояния используется свойство распространения радиосигнала – электромагнитные волны распространяются со скоростью света. Как упоминалось ранее в разделе 1.4, спутники излучают радиосигнал. Приемник принимает их с учетом известной времени отправки и времени приема. Это называется *беззапросная* радионавигация. Так узнается расстояние от приемника до спутника. Однако для позиционирования этого недостаточно. Необходима также информация от другого спутника. Зная орбиту и получая координаты обоих спутников, полученные путем измерения сдвига радиочастот (эффект Доплера – что дает еще и возможность получить скорость объекта), в точке пересечения окружностей с радиусом равных расстояниям до обоих спутников мы имеем место нахождения приемника. Третий спутник необходим для определения на какой высоте находится приемник относительно уровня моря.

Однако, при данном методе радионавигации точное определение времени распространения сигнала возможно лишь при наличии синхронизированном времени приемника и ИСЗ. Размещение точных часов (атомных) в приемнике заведомо дорогой вариант. Поэтому в состав аппаратуры ИСЗ входят эталонные часы, причем точность спутникового эталона времени исключительно высокая. [6]

На измерениях всегда присутствует ошибка, обусловленная несовпадением времени у спутника и приемника. По этой причине в приемнике вычисляется искаженное значение дальности до спутника (псевдодальность). Поэтому, необходимо вычислять еще и необходимую поправку к часам приемника. Для их определения необходимо выполнить измерения еще на четвертом спутнике. В результате обработки этих измерений в приемнике вычисляются расстояния до трех спутников, что соответствует позиционированию по трем плоскостям, и точное время.

Спутник излучает синусоидальные сигналы на двух несущих частотах:  $L1 = 1575,42$  МГц и  $L2 = 1227,60$  МГц. Прежде, чем передать их на Землю, сигнал кодируется псевдослучайной цифровой последовательностью – происходит фазовая модуляция. Это необходимо чтобы ограничить доступ к GPS, и одновременно повысить надежность сообщений от шумов, так как псевдослучайные коды самые стойкие к таким помехам.

Сигнал  $L1$  имеет два дальномерных кода с псевдослучайным шумом (PRN), P-код и C/A код (Рисунок 1.1). P-код зашифрован для военных целей.

C/A код не зашифрован. Сигнал L2 модулируется только с P-кодом. Большинство гражданских пользователей используют C/A код при работе с GPS системами. Обе несущие частоты дополнительно кодируются навигационным сообщением, в котором содержатся данные об орбитах спутника, информация о параметрах атмосферы, поправки системного времени [6].

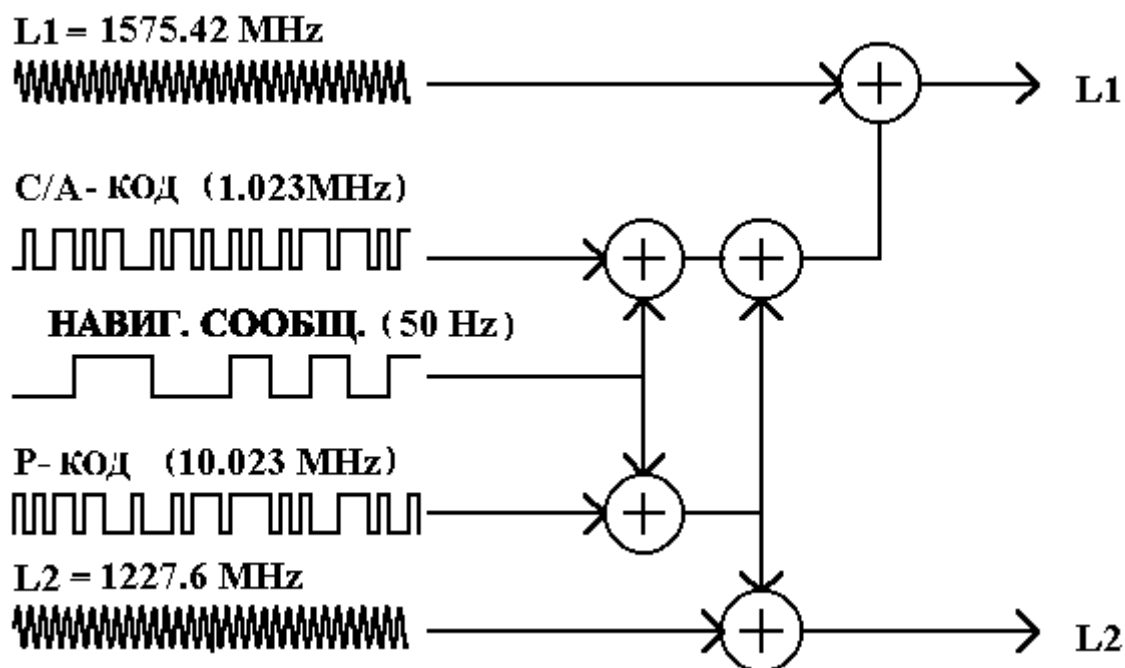


Рисунок 1.1 – Формирование спутникового сигнала [6]

Приемник проверяет входящий сигнал со спутника и определяет, когда он генерировал такой же код. Полученная разница, вместе с синхронизацией по четвертому спутнику и корректировке времени, дает искомое расстояние.

## 1.6 Описание протокола NMEA0183

В разрабатываемом многофункциональном GPS-спидометре GPS-приемник выдает сигнал на микроконтроллер в формате NMEA0183 [7]. NMEA – это формат передачи сообщений между корабельными приборами. Он включает в себя систему сообщений для обмена информацией между навигационными GPS-приемниками и потребителями навигационной информации. Все команды и сообщения передаются в ASCII коде. Первый байт сообщения, для идентификации типа навигационной системы, указывается \$GP, что означает что приемник провзаимодействовал с GPS и передает пакет. В последнем поле сообщения может быть указана контрольная сумма текущего сообщения d CRC-коде, разделенная от основного сообщения символом «\*». Контрольная сумма всех символов сообщения, включая

пробелы, расположенных между разделителями «\$» и «\*», не включая последних.

### 1.6.1 GPGGA

Сообщение содержит данные о местоположении, времени определения местоположения, качестве данных, количестве использованных спутников, фактор ухудшения точности координат, информацию о дифференциальных поправках и их возраст. Пример сообщения: \$GPGGA, 004241.47, 5532.8492, N, 03729.0987, E, 1, 04, 2.0, -0015,M,,,\*31, расшифровка представлена в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Содержание сообщения \$GPGGA

Тип сообщения	1	2	3	4	5	6	7
\$GPGGA	<i>hhmmss</i> <i>s.ss</i>	1111.1 1	a	ууууу.у у	<i>a</i>	<i>x</i>	<i>xx</i>
8	9	10	11	12	13	14	15
<i>x.x</i>	<i>xxx</i>	<i>M</i>	<i>x.x</i>	<i>M</i>	<i>x.x</i>	<i>xxxx</i>	<i>*hh</i>

где 1 – гринвичское время на момент определения местоположения;

2 – географическая широта местоположения;

3 – север/юг (N/S);

4 – географическая долгота местоположения запад/восток (E/W);

5 – индикатор качества GPS-сигнала: 0 – Определение местоположения не возможно или не верно; 1 – GPS-режим обычной точности, возможно определение местоположения; 2 – Дифференциальный GPS-режим, точность обычная, возможно определение местоположения;

6 – количество используемых спутников

7 – фактор ухудшения точности плановых координат (HDOP);

8 – высота антенны приемника над уровнем моря;

9 – единица измерения высоты расположения антенны, метры;

10 – геоидальное различие – различие между земным эллипсоидом WGS 84 и уровнем моря – уровень моря ниже эллипсоида;

11 – единица измерения различия, метры; 12 – возраст дифференциальных данных GPS – время в секундах с момента последнего обновления SC104 типа 1 или 9;

13 – идентификатор станции, передающей дифференциальные поправки, ID, 0000 1023;

14 – контрольная сумма строки.

## 1.6.2 GPGLL

Сообщение содержит данные о географической широте, долготе и времени определения координат. Пример сообщения: \$GPGLL, 5532.8492, N, 03729.0987, E, 004241.469, A\*33. Расшифровка содержания приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Содержания сообщения \$GPGLL

Тип сообщения	1	2	3	4	5	6	7
\$GPGLL	1111.11	<i>a</i>	ууууу.уу	<i>a</i>	<i>hhmmss.ss</i>	<i>A</i>	<i>*hh</i>

где 1 – географическая широта местоположения;  
2 – север/юг (*N/S*);  
3 – географическая долгота местоположения;  
4 – запад/Восток (*E/W*);  
5 – гринвичское время на момент определения местоположения;  
6 – статус: *A* – данные верны, *V* – данные не верны;  
7 – контрольная сумма строки.

## 1.6.3 GPVTG.

Сообщение содержит информацию о направлении и скорости движения. Пример сообщения: \$GPVTG, 360.0, *T*, 348.7, *M*,000.0, *N*, 000.0, *K*\*43. Расшифровка сообщения приведена в таблице 1.7

Таблица 1.3 – Содержание сообщения \$GPVTG.

Тип сообщения	1	2	3	4	5	6	7	8	9
\$GPVTG	<i>x.x</i>	<i>T</i>	<i>x.x</i>	<i>M</i>	<i>s.ss</i>	<i>N</i>	<i>s.ss</i>	<i>K</i>	<i>*hh</i>

где 1 – направление движения в градусах;  
2 – относительно Северного полюса;  
3 – направление движения в градусах (может не использоваться);  
4 – относительно северного магнитного полюса (может не использоваться);  
5 – скорость;  
6 – единица измерения скорости, узлы;  
7 – скорость;  
8 – единица измерения скорости, км/ч;  
9 – контрольная сумма строки.

Проведя анализ раздела обзора литературы, были получены выводы свидетельствующие, о полном изучении преимуществ, свойств и специфики

измерения скорости посредством технологии GPS. Было приведено сравнение достоинств и недостатков иных способов измерений.

## **1.7 Выбор микроконтроллера**

Контроллер является ядром системы, именно он управляет драйверами устройств индикации, получает сообщения от GPS модуля и обрабатывает их, а также исполняет основной алгоритм программы, записанный в его флеш-память.

Ввиду того, что необходимо использовать дешевую, малогабаритную, и в тоже время крайне распространенную архитектуру, выбор был сделан в пользу семейства AVR. Наибольшим преимуществом семейства AVR – это наличие 32 оперативных регистров. Несмотря на их разные в правах доступа, это позволяет не обращаться в оперативную память и стек. На этом фоне семейство PIC крайне малоприспособлены для конструирования и проектирования – они скорее больше «заточены» под несложные устройства с высоким тиражированием. Контроллеры от производителей ST и Texas Instruments будут слишком дорогими и избыточными [6]. Также имеет место простота использования в программировании данной системы, хотя больших отличий с более развитых систем компаний названных выше мало.

Наиболее подходящим оказалось подсемейство Mega, а конкретнее ATMega16. Это 8-разрядный микроконтроллер на базе RISC архитектуры из семейства AVR с низким энергопотреблением, объединяющий 16 КБ программируемой флэш-памяти, 1 КБ SRAM, 512B EEPROM, 8-канальный 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь и интерфейс JTAG для включения отладки. Устройство поддерживает пропускную способность 16 MIPS на 16 МГц и работает от 4,5 до 5,5 В. Выполняя инструкции за один такт, устройство достигает пропускной способности, приближающейся к 1 MIPS на МГц, балансируя энергопотребление и скорость обработки. Ядро AVR объединяет богатый набор команд с 32 рабочими регистрами общего назначения. Все 32 регистра напрямую подключены к арифметическому логическому блоку (АЛУ), что позволяет получить доступ к двум независимым регистрам в одной инструкции, выполняемой за один такт (Рисунок 1.2). Получающаяся архитектура более эффективна в отношении кода, обеспечивая при этом пропускную способность до десяти раз быстрее, чем у обычных CISC-микроконтроллеров. Обладает следующими характеристиками:

- 1) Усовершенствованная архитектура RISC - 2-тактный множитель на кристалле.
- 2) Высокопрочные, энергонезависимые сегменты памяти.
- 3) Интерфейс JTAG (совместимый с IEEE 1149.1).

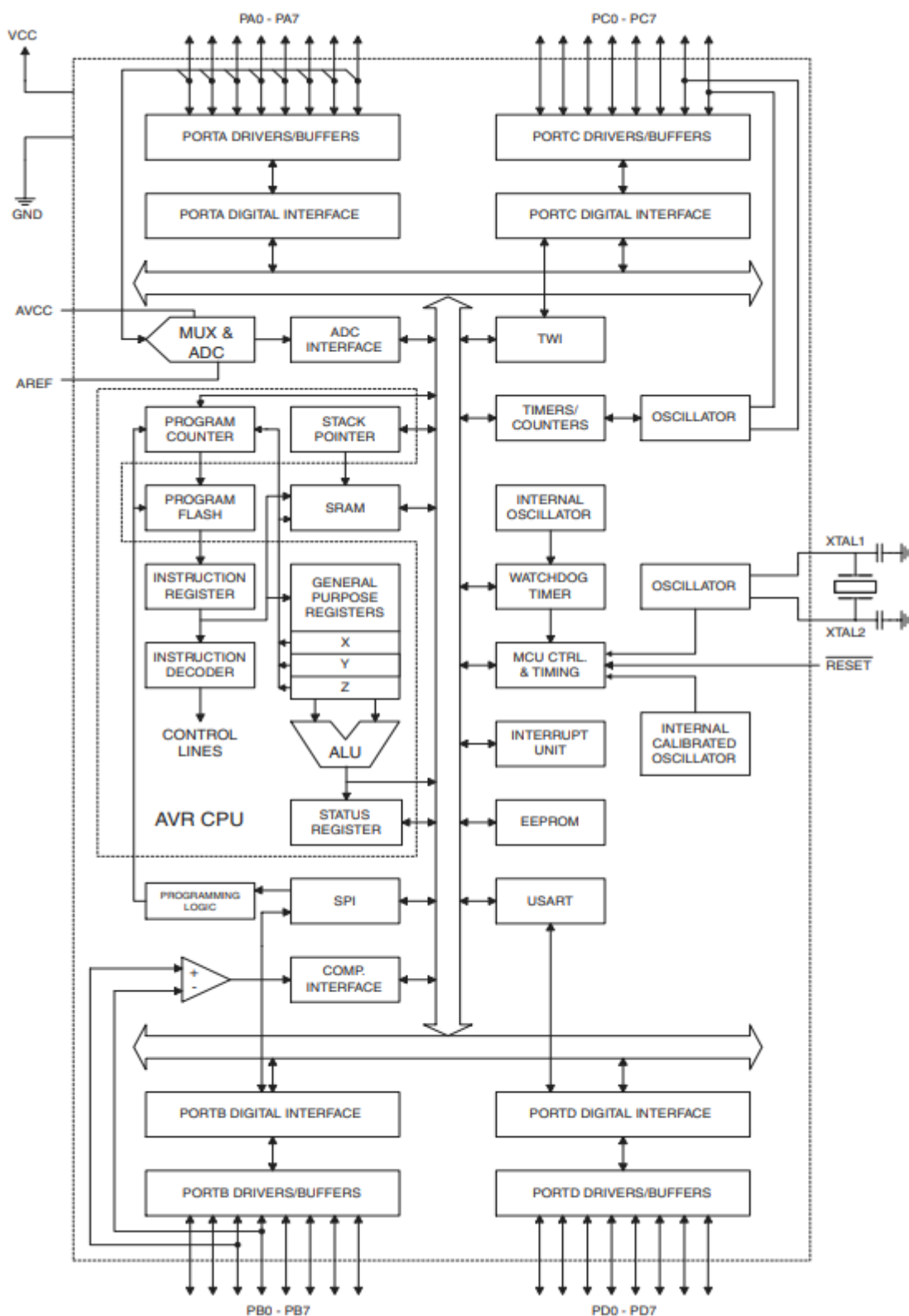


Рисунок 1.2 – Архитектура Atmega16 [7]

4) Два 8-битных таймера / счетчика с отдельными делителями и режимами сравнения.



5) Один 16-битный таймер / счетчик с отдельным делителем, режимом сравнения и режимом захвата.

6) Сброс при включении питания (POR) и программируемое обнаружение отключения.

7) Внутренний калиброванный RC генератор.

8) Внешние и внутренние источники прерываний.

Шесть спящих режимов - режим ожидания, шумоподавление АЦП, энергосбережение, отключение питания, режим ожидания и расширенный режим ожидания.

## 1.8 Интерфейс I<sup>2</sup>C

Интерфейс I<sup>2</sup>C был придуман и стандартизирован фирмой Philips. В терминологии Atmel, из-за патентной чистоты, этот интерфейс называется, как *Двухпроводной последовательный интерфейс* (Two-Wire Serial Interface, TWI) [8]. Это двухпроводная шина, состоящая из двух проводов для последовательной передачи данных *Serial data* (SDA), и синхросигнала *serial clock* (SCL). Распределение ролей в данной системе классическое: *Ведущий* (Master) и *Ведомый* (Slave).

Master инициирует передачи данных по шине, Slave только отвечает на запросы мастера и по его вызову. Шина может работать с несколькими главными устройствами (Multi-Master), когда в каждый любой момент времени на шине активно только одно Master устройство. Однако чаще всего используют простую конфигурацию шины только с одним Master устройством, все остальные устройства работают как Slave (подчиненных устройств может быть одно или несколько).

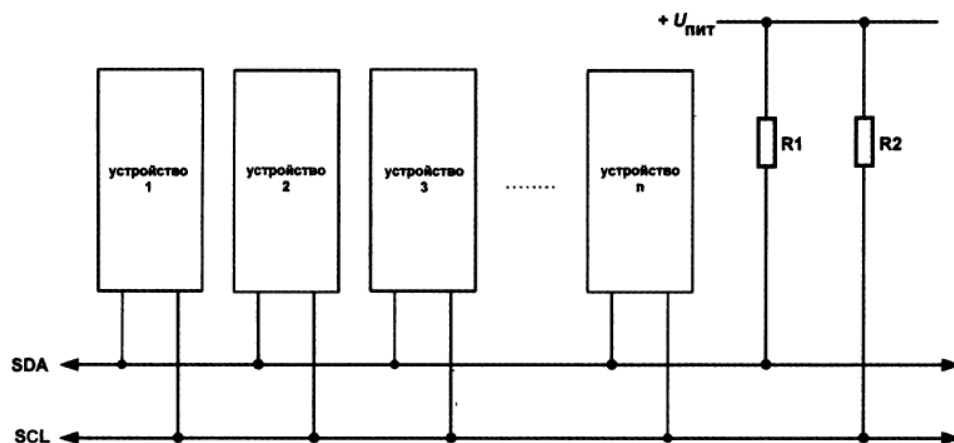


Рисунок 1.3 – Соединение устройств по интерфейсу I<sup>2</sup>C [9]

Все устройства на шине соединены друг с другом параллельно (Рисунок 1.3), используя драйверы с открытым стоком для формирования на шине

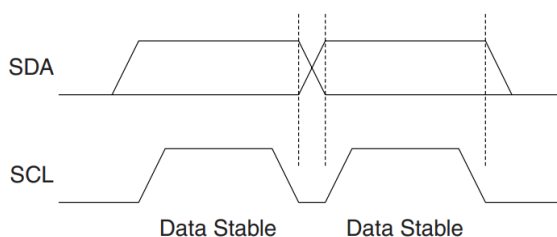


Рисунок 1.4 – Валидность данных [9]

цифровых сигналов. По этой причине на шине необходимо присутствие два верхних подтягивающих резистора. Они должны быть достаточно большие, чтобы не перегружать выходные стоки драйверов устройств, которые подключены к шине. Чем выше частота передачи, тем меньше номинал нагрузочных резисторов.

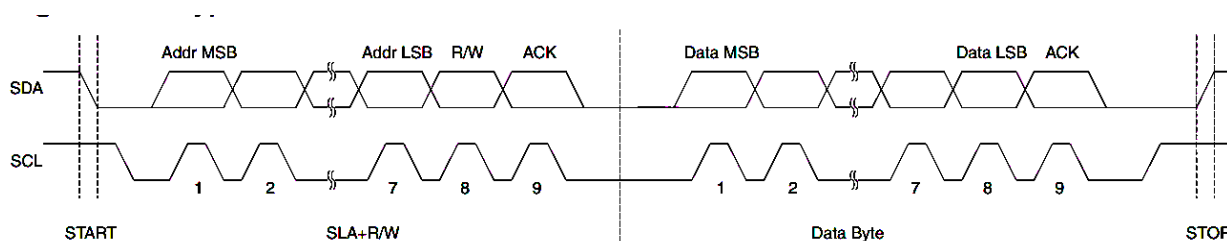


Рисунок 1.5 – Диаграмма передачи данных на ведомое устройство [9]

Данные передаются по принципу MSB (Старшим разряд первый поступает на линию SDA). Каждая транзакция байта сопровождается START и STOP сигналами на линиях. Данные на линии SDA валидны в момент, когда на линии SCL высокий логический уровень (Рисунок 1.4).

Для того, чтобы отличать подчиненные устройства на шине, используется 7-битный адрес (так изначально определила компания Philips), передаваемый как первый байт после сигнала START (Рисунок 1.5). Биты адреса передаются в старших семи битах байта. Младший бит LSB байта адреса имеет бит чтения/записи. В конце передачи адреса Мастер ждет подтверждение от ведомого. После его получения мастер начинает передавать байт данных, и последним битом, после квитирования отправленных данных, передается сигнал STOP.

## 1.9 Обзор аналогов

GPS-спидометр RL-SM001. Его внешний вид представлен на рисунке 1.6. Этот GPS-спидометр является компактным прибором, с минимальным количеством функций. Он способен отображать скорость, время, температуру. Его исполнение (цилиндр круглого сечения) подразумевает монтаж в



Рисунок 1.6 – GPS-спидометр RL-SM001

Источник изображения: <https://driveboat.by/katalog/rl-sm001.html>

приборную панель. Он имеет стандарт защиты IP65 и подсветку дисплея зеленого цвета. Но, однако это не позволяет использовать его портативно и быстро на разных транспортных средствах и объектах, что дает ему большой минус.



Рисунок 1.7 – GPS-спидометр C60 Hud

Источник изображения: <https://www.pinterest.es/pin/776589529476809577/>

Для пользователя доступно меню прибора, где он может задать единицы измерения. Преимущества такого спидометра в том, что он компактен и имеет пылевлагозащитную конструкцию корпуса, что позволяет его устанавливать на катамараны, лодки и т.п. Из недостатков – малый набор измеряемых величин, принимающая сигнал антенна спрятана в корпусе, что снижает чувствительность.

Еще одним рассматриваемым аналогом является GPS-спидометр C60 Hud. Его внешний вид представлен на рисунке 1.7. Данный прибор имеет предназначение для измерения текущей скорости, высоту относительно уровня мирового океана, скорость в двух мерах (км/ч и м/ч), а также одометр. Большим минусом является отсутствие выносной антенны – она встроена в корпус как у и предыдущего аналога. А также время на поиск и анализ спутников.

Сравнив представленные аналоги, можно выделить, что в разрабатываемый в дипломном проектировании прибор, должен обладать большим количеством преимуществ, которыми являются:

- широкий спектр измеряемых величин;
- наглядное представление информации;
- наличие звукового оповещения;
- наличие выносной антенны, что позволяет обеспечить лучший прием для антенны GPS-приемника.

## 2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

После изучения теоретических основ и формирования полного представления о том, что должна делать система, можно перейти к проектированию на уровне блоков и соответственно, к построению структурной схемы. Схема структурная электрическая раскрывает структуру системы управления комплексом по измерению скорости объекта с точки зрения крупноблочного проектирования и приведена на чертеже ГУИР.400201.034 Э1.

Комплекс измерения скорости объекта включает в себя следующие модули:

- 1) Микроконтроллер.
- 2) Модуль GPS.
- 3) Источник питания.
- 4) Каскад согласования измеряемого напряжения.
- 5) Датчик освещенности.
- 6) Преобразователь напряжения.
- 7) Модуль индикации.
- 8) Часы реального времени.

Рассмотрим каждый из перечисленных модулей подробнее.

### 2.1 Микроконтроллер

*Микроконтроллер* является ядром системы, именно он управляет всеми остальными модулями и осуществляет управление системой в целом, путем исполнения прописанной в него программы. Он связан практически со всеми системами односторонней связью (кроме часов реального времени). Любые изменения на одном из блоков немедленно поступают на микроконтроллер, который непрерывно все это обрабатывает. И вносит изменения на блок индикации.

Модуль GPS соединен через последовательный USART интерфейс. После получения пакетов с информацией о местоположении, контролер, приняв эту информацию начинает обрабатывать и вносить изменения на блоке индикации. Также, необходимо предусмотреть возможность немедленно перепрограммировать контролер, без извлечения его из устройства.

Часы реального времени необходимы для реализации часов в данном устройстве. Для большей точности и внесения корректировок в их ход этот модуль соединён с микроконтроллером двухсторонней связью. Для внесения изменений от полученных данных времени по спутнику, а затем отображение их на блок индикации.

Также контролер получает через определённый промежуток времени данные с каскада согласования преобразователя напряжения.

## **2.2 Модуль GPS**

*Модуль GPS*, используемый в составе прибора, служит приема сигнала от спутника GPS. Он принимает пакеты данных от спутников, и после анализа формирует пакеты, которые далее будут отправлены микроконтроллеру, посредством интерфейса UART. В модуле необходимо использовать активную антенну, для того чтобы позволить повысить чувствительность приёмника к приему сигнала. Модуль выдает результаты в формате NMEA.

## **2.3 Источник питания**

*Источником питания* служит аккумуляторная батарея автомобиля на 11В – 16В. Она подключена напрямую к преобразователю напряжения и каскаду согласования измеряемого напряжения.

## **2.4 Каскад согласования измеряемого напряжения**

*Каскад согласования измеряемого напряжения* состоит из стабилизирующей и понижающей аппаратуры. Необходим для измерения текущего напряжения на источнике питания автомобиля через аналого-цифровой преобразователь микроконтроллера.

## **2.5 Датчик освещенности**

*Датчиком освещенности* необходим для корректировки яркости на блоке индикации. Этот модуль состоит из фоторезистора, подключенного к системе компараторов, сравнивающих текущий свет с эталонным значением, которое подтянуто от преобразователя напряжения. Полученный сигнал постоянно получает микроконтроллер и периодически опрашивая свои порты ввода/вывода, реагирует на изменения состояния этого модуля.

## **2.6 Модуль индикации**

*Модуль индикации* состоит из звукового устройства, матричного дисплея и трех жидкокристаллических OLED дисплеев. Электромагнитный излучатель звука используется для звуковой сигнализации каких-либо запланированных событий. OLED дисплей предназначен в устройстве для вывода текстовой информации. Подключено через последовательный интерфейс. Также есть отдельный матричный дисплей. На котором будет отображаться текущая скорость. Звуковое устройство будет использоваться как звуковой сигнализатор, дабы уменьшить воздействие глаз водителя и постоянно не отвлекать его.

## 2.7 Преобразователь напряжения

*Преобразователь напряжения* необходим для создания 5 вольт, которые используются для питания микроконтроллера, часов реального времени, модуля индикации и GPS-модуля. Совокупность этих частей является значительным потребителем энергии. Поэтому, применение линейных стабилизаторов не желательно, так как на них будет выделяться большое количество тепла, что внесет большую проблему при эксплуатации в автомобиле. Исходя из этого, необходимо установить импульсный понижающий преобразователь с большим значением КПД. Внутри он состоит из делителя напряжения с возможностью точной коррекции необходим для того, чтобы согласовать уровень значения напряжения питания с уровнем, обрабатываемым АЦП микроконтроллера. Это необходимо для корректного измерения входного уровня напряжения питания. Делитель задает соотношение 1:10. В нем предусмотрен подстроечный многооборотный резистор, сопротивлением которого выстраивается точность измерений, которая нарушается из-за разброса номиналов деталей.

## 2.8 Часы реального времени

*Часы реального времени* с последовательным интерфейсом – это малопотребляющие полные двоично-десятичные часы-календарь, включающие 56 байтов энергонезависимой статической ОЗУ. Адреса и данные передаются последовательно по двухпроводной двунаправленной шине. Часы-календарь отсчитывают секунды, минуты, часы, день, дату, месяц и год. Последняя дата месяца автоматически корректируется для месяцев с количеством дней меньше 31, включая коррекцию високосного года. Часы работают как в 24-часовом, так и в 12-часовом режимах с индикатором АМ/РМ. Часы реального времени имеют встроенную схему наблюдения за питанием, которая обнаруживает перебои питания и автоматически переключается на питание от батареи. Именно низкое потребление (порядка 500 нА) от батареи, при отключении внешнего питания наиболее лучше характеризует эти часы и их применение в схеме. Так как преимущественно большее время они будут отключены от питания (когда автомобиль не эксплуатируется). Для автономной работы этих часов, на плате предусмотрена посадочная колодка под элемент питания.

### **3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА КОМПЛЕКСА ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ОБЪЕКТА**

#### **3.1 Характеристика аппаратно-программного комплекса**

Разрабатываемый в данном дипломном проекте «Комплекс измерения скорости объекта» является функциональным прибором, который позволяет получать данные о скорости объекта относительно земли, к которому прикреплен комплекс. Данный прибор может быть использован в любой сфере, связанной с использованием транспортных средств (кроме подземных). Его пользователями могут быть как обычные водители, имеющие свой собственный автомобиль или иное транспортное средство, так и предприятия, эксплуатирующие транспортные средства.

Его преимущество — это отсутствие большой погрешности относительно стандартных приборов измерения, которыми снабжают в базовой комплектации. Основные средства по контролю скорости имеют погрешность, а также намерено заниженные показатели. И не отражают реальную обстановку объекта по отношению к окружающему миру.

#### **3.2 Расчет экономического эффекта от производства аппаратно-программного комплекса**

Для производства данного комплекса были использованы следующие материалы и комплектующие:

Таблица 3.1 – Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы

Наименование материала	Ед. Изм.	Норма расхода материала	Цена, р.	Сумма, р.
1. Припой ПОС 61, 100г	г	0,28	21,00	5,88
2. Флюс ЛТИ-120, 20 мл	мл	0,4	4,40	1,76
3. МГТФ 0.12 кв.мм, Провод монтажный, 1м	м	2,8	0,76	2,13
3. Текстолит двухстороний 1,5мм, 100x100мм	мм	0,9	5,00	4,50
5. Кембрик, 1м	м	1,2	0,59	0,71
6. Стойка дистанцирующая	шт	4	0,34	1,36
Итого				16,34
Всего с учетом транспортных расходов, $P_m$				17,97



Таблица 3.2 – Расчет затрат на комплектующие изделия.

Наименование материала	Количество на изд, шт.	Норма расхода материала	Цена, р.	Сумма, р.
1. Микроконтролер Atmega16	1	1	17,00	17,00
2. GPS модуль	1	1	22,24	22,24
3. LCD модули 8x8	1	1	19,00	19,00
4. OLED дисплей 128*32	3	3	10,00	30,00
5. Резистор (1 кОм)	3	3	0,09	0,27
6. Кварц 8МГц	1	1	0,35	0,35
7. Разъем ВН10	1	1	2,00	2,00
8. Фоторезистор	1	1	3,80	3,80
9. Посадочное место для МК	1	1	1,00	1,00
10. Компаратор	1	1	8,00	8,00
11. Корпус пластиковый	1	1	9,96	9,96
Итого:				113,62
Всего с учетом транспортных расходов, Рк				124,98

Все материалы и комплектующие взяты по ценам, сложившимся на рынке на текущую дату. Коэффициент транспортных расходов взят 1,1.

Расчет общей суммы прямых затрат на производство аппаратной части изделия предоставлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Расчет общих прямых затрат.

Показатель	Сумма, р.
1. Сырье и материалы	17,97
2. Покупные комплектующие изделия	118,60
Всего прямые затраты на производство аппаратной части ( $Z_p^{ач}$ )	136,57

Расчет затрат на основную заработную плату разработчиков программной части комплекса представлена в таблице 3.4.

При Расчете зарплаты использовались данные среднемесячной зарплаты в Республике Беларусь для сотрудников IT отрасли. Премия не начисляется.

Основная зарплата определяется по формуле (3.1):

$$З_o = K_{\text{пр}} \sum_{i=1}^n З_{\text{чи}} \cdot t_i, \quad (3.1)$$

где  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент премий ( в нашем Расчете)

$n$  – категории исполнителей, занятых разработкой;

$З_{\text{чи}}$  – часовая заработная плата исполнителя  $i$ -й категории, р.;

$t_i$  – трудоемкость работ, выполняемых исполнителем  $i$ -й категории, определяется исходя из сложности разработки программного обеспечения и объема выполняемых им функций, ч.

Часовая заработная плата каждого исполнителя определяется путем деления его месячной заработной платы (оклад плюс надбавки) на количество рабочих часов в месяце (Расчетная норма рабочего времени на 2020г. для 5-дневной недели составляет 168 ч по данным Министерства труда и социальной защиты населения на момент проведения Расчетов).

Таблица 3.4. – Расчет основной зарплаты разработчиков программной части

Категория разработчика	Месячная заработная плата, р.	Часовая заработная плата, р.	Трудоемкость работ, ч	Итого, р.
Инженер - программист	2150,00	12,80	168	2150,00
Техник - программист	1500,00	8,93	168	1500,00
Итого				3650,00
Премия (50–100 %)				1,00

Дополнительная зарплата разработчиков определяется по формуле (3.2)

$$З_d = \frac{З_o \cdot Н_d}{100}, \quad (3.2)$$

где  $Н_d$  – норматив дополнительной зарплаты, 15%

Отчисления в фонд социальной защиты населения и обязательное страхование БелГосстрах (Зсз) определяется в соответствии с действующим законодательством по формуле (3.3)

$$P_{\text{соц}} = \frac{(З_o + З_d) \cdot Н_{\text{соц}}}{100} \quad (3.3)$$

где  $H_{\text{соц}}$  – ставка отчислений в фонд социальный защиты населения (ФСЗН) и БелГосстрах (в соответствии с действующим законодательством на 01.01.2020 г. составляет 34,6%)

Расчет общей суммы затрат на разработку программной части программно-управляемого комплекса в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Расчет затрат на разработку программного средства

Наименование статьи затрат	Расчет по формуле	Сумма, р.
1. Основная заработная плата разработчиков	Табл.3.4	3650,00
2. Дополнительная заработная плата разработчиков	Формула (3.1)	547,50
3. Отчисления на социальные нужды	Формула (3.1)	1452,33
Итого затрат:		5649,84

Формирование отпускной цены программно-аппаратного комплекса представлена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Расчет отпускной цены

Показатель	Расчет по формуле (в таблице)	Сумма, р.
1. Затраты на производство аппаратной части ( $Z_p^{\text{ач}}$ )	Табл.3.3	136,57
2. Затраты на разработку программной части ( $Z_p^{\text{пч}}$ )	Табл.3.5	5649,84
3. Сумма затрат на производство программно-аппаратного комплекса	$Z_{\text{пр}} = 136,57 + 5649,84$	5786,41
4. Накладные расходы	$P_{\text{накл}} = 5786,41 \cdot 0,56$	3240,39
5. Расходы на реализацию	$P_{\text{рел}} = 5786,41 \cdot 0,02$	115,73
6. Полная себестоимость	$C_{\text{п}} = 5786,41 + 3240,39 + 115,73$	9142,52
7. Плановая прибыль, включаемая в цену	$P_{\text{ед}} = 9142,52 \cdot 25/100$	2285,63
8. Отпускная цена	$C_{\text{отп}} = 9142,52 + 2285,63$	11428,15

Результатом производства аппаратно-программного комплекса является прирост чистой прибыли, полученный от их реализации.

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = \Pi_{\text{ед}} \cdot N_{\text{п}} \left(1 - \frac{H_{\text{п}}}{100}\right), \quad (3.4)$$

где  $N_{\text{п}}$  – прогнозируемый годовой объем производства и реализации программно-аппаратного комплекса, шт.;

$\Pi_{\text{ед}}$  – прибыль, включаемая в цену, р.;

$H_{\text{п}}$  – ставка налога на прибыль согласно действующему законодательству, % (по состоянию на 01.01.2020 г. – 18 %).

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = 2285,63 \cdot 50 (1 - 0,18) = 93710,85 \text{ руб}$$

### 3.3 Расчет инвестиций в проектирование и производство аппаратно-программного комплекса

Инвестиции в производство программно-аппаратного комплекса включают в общем случае:

- инвестиции на его разработку;
- инвестиции в прирост основного капитала (затраты на приобретение необходимого для производства нового изделия оборудования, станков и т.п.);
- инвестиции в прирост собственного оборотного капитала (затраты на приобретение необходимых для производства нового изделия материалов, комплектующих, начатой, но незавершенной продукции и т.п.).

#### 3.3.1 Расчет инвестиций на разработку аппаратно-программного комплекса

Инвестиции рассчитываем ( $I_p$ ) по затратам на разработку нового изделия инженерами предприятия-производителя.

Расчет заработной платы разработчиков нового изделия в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Расчет заработной платы разработчиков нового изделия

Категория исполнителя	Количество, чел.	Месячная зарплата, р.	Дневная зарплата, р.	Время, д.	Заработная плата, р.
1	2	3	4	5	6
1.Руководитель проекта	1	2350	111,90	84	9400,00

Продолжение Таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6
2. Инженер по электронной технике	1	2200	104,76	84	8800,00
3. Техник - технолог	2	1580	75,24	22	3310,48
4. Инженер - системотехник	1	2300	109,52	80	8761,90
Итого					30272,38
Премия, 30%					1,3
Всего основная заработная плата ( $Z_o$ )					39354,10

Расчета затрат на разработку нового изделия в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Расчет инвестиций на разработку нового изделия

Наименование статьи затрат	Расчет по формуле (в таблице)	Сумма, р.
1. Основная заработная плата разработчиков $Z_o$	табл. 3.7	39354,10
2. Дополнительная заработная плата разработчиков	$Z_d = Z_o \cdot 0,15$	5903,11
3. Отчисления на социальные нужды	$P_{соц} = (Z_o + Z_d) \cdot 0,346$	15658,99
4. Инвестиции на разработку нового изделия	$I_p = Z_o + Z_d + P_{соц}$	60916,20

Инвестиции в прирост основного капитала не требуются, т. к. производство нового изделия планируется осуществлять на действующем оборудовании в связи с наличием на предприятии-производителе свободных производственных мощностей.

### 3.3.2 Расчет инвестиций в прирост оборотного капитала

1) Определяется годовая потребность в материалах по формуле:

$$П_m = P_m \cdot N_{п}, \quad (3.5)$$

где  $P_m$  – затраты на материалы на единицу изделия, р. (см. табл.3.1),  
 $N_{п}$  – прогнозируемый годовой объем.

$$P_m = 17,97 \cdot 50 = 898,5 \text{ р.}$$

2) Определяется годовая потребность в комплектующих изделиях по формуле:

$$P_k = P_k \cdot N_{п}, \quad (3.6)$$

где  $P_k$  – затраты на комплектующие изделия на единицу продукции, р. (см. табл. 3.2).

$$P_k = 118,60 \cdot 50 = 5930 \text{ руб}$$

3) Определяются инвестиции в прирост собственного оборотного капитала в процентах от годовой потребности в материалах и комплектующих изделиях (исходя из среднего уровня по экономике: 20–30 %) по формуле:

$$\Delta I_{\text{сок}} = 0,20(P_m + P_k). \quad (3.7)$$

$$\Delta I_{\text{сок}} = 0,20(898,5 + 5930) = 1365,7 \text{ руб}$$

Оценка экономической эффективности разработки изделия зависит от результата сравнения инвестиции в разработку и прирост собственных оборотных средств и полученного годового прироста чистой прибыли.

Рассчитаем рентабельность инвестиций по формуле

$$P_{и} = \frac{\Delta P_{ч}}{I_{пр}} \cdot 100 \%, \quad (3.8)$$

где  $\Delta P_{ч}$  – прирост чистой прибыли, руб.;

$I_{пр}$  – инвестиции в производство ( $I_{\text{сок}} + I_{пр}$ ), руб.

$$P_{и} = (93710,83 / 62281,92) \cdot 100\% = 150,46\%$$

Сравнивая инвестиции в разработку изделия и прирост собственных оборотных средств, с приростом годовой чистой прибыли можно сделать вывод, что инвестиции окупаются в течении года.

Рентабельность инвестиций в производство превысила 100%, следовательно, разработка данного продукта является целесообразным.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Во время преддипломной практики была изучена предметная область, детально рассмотрен драйвер светодиодной матрицы. Также были изучен новый интерфейс и его протокол.

Также, сформированы первые функции управления матрицей, выведение знаков на нее, а также опробована передача сообщений через последовательный порт.

В ходе преддипломной практики была разработана структурная схема, которая в дальнейшем поможет при реализации функциональной и электрической принципиальной, отображает структуру проектируемого изделия.

Технико-экономическое обоснование выполнено.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Дивин, А.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебное пособие. В 5 ч. / А.Г. Дивин, С.В. Пономарев, Г.В. Мозгова. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – Ч. 2. – 108 с.
- [2] ЕЭК ООН №34 – [Электронный ресурс]. – Электронный данные. – Режим доступа: <http://www.unecce.org/fileadmin/DAM/t/R039r2r.pdf/> – Дата доступа: 12.04.2020
- [3] GPS – [Электронный ресурс]. – Электронный данные. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS> – Дата доступа: 12.04.2020
- [4] Яценков В.С. Основы спутниковой навигации / В.С. Яценков – М.: Атомиздат, 2008 – 124с.
- [5] Принцип работы системы GPS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kunegin.com/ref6/gps/pringps1.htm> Дата доступа: 12.04.2020
- [6] Описание протокола *NMEA0813* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.irz.ru/uploads/files/226\\_1.pdf](https://www.irz.ru/uploads/files/226_1.pdf) – Дата доступа: 12.04.2020
- [7] Описание микроконтроллера ATMEGA16 – [Электронный ресурс]. – Электронный данные. – Режим доступа : <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/doc2466.pdf> – Дата доступа: 12.04.2020
- [8] Описание протокола I2C – [Электронный ресурс]. – Электронный данные. – Режим доступа: <http://microsin.net/programming/avr/example-using-the-twi-i2c.html> – Дата доступа: 12.04.2020
- [9] Ревич, Ю.В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR / Ю.В. Ревич. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014 – 368 с.



**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
***(обязательное)***  
**Вводный плакат**

**Сам плакат на А1**  
**(рамка на обратной стороне)**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
***(обязательное)***  
**Схема структурная**

**Сама схема на А1 с рамкой**

**на А1 с рамкой**