Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

на тему

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ БОЛЬНОГО

ЧЕЛОВЕКА НА ПРИЕМЕ В ПОЛИКЛИНИКЕ

Выполнил Каминская Л.О.

Проверил Понкратов А.А.

МИНСК 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Учреждение образования**

**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники**

«Утверждаю»

Зав. кафедрой ЭВМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Задание по курсовому проекту студента гр. 550503**

**Каминской Любови Олеговны**

**Тема проекта:** Система контроля состояния здоровья больного человека на приеме в поликлинике.

**Дата выдачи задания:** 14.09.2017 г.

**Дата сдачи проекта:** 07.12.2017 г.

**Исходные данные к проекту:** Спроектировать систему контроля здоровья больного человека на приеме в поликлинике. Включить в схему датчики температуры, ЭКГ и давления. Организовать вывод информации на дисплей.

*Содержание пояснительной записки:*

1. Введение
2. Обзор литературы
3. Обоснование выбора структурной схемы
4. Обоснование выбора функциональной схемы
5. Обоснование выбора принципиальной схемы
6. Описание элементов схемы
7. Описание работы устройства
8. Заключение
9. Литература

*Перечень графического материала:*

1. Структурная схема
2. Функциональная схема
3. Принципиальная схема

*Календарный план работы над проектом:*

1. Обзор литературы -10% «28 сентября»
2. Разработка структурной схемы -25% «12 октября»
3. Разработка функциональной схемы -50% «26 октября»
4. Разработка принципиальной схемы -75% «23 ноября»
5. Оформление курсового проекта -100% «7 декабря»

Руководитель курсового проекта Понкратов А.А. \_\_\_\_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ](#_Toc216437082) 4

[1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ](#_Toc216437083) 6

[2. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА](#_Toc216437084) 12

[3. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ](#_Toc216437087) 14

[3.1. Датчик температуры](#_Toc216437088) 13

[3.2. Датчик ЭКГ](#_Toc216437090) 15

[3.3. Датчик давления](#_Toc216437091) 17

[3.4. Микроконтроллер](#_Toc216437093) 19

[4. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА](#_Toc216437096) 21

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ](#_Toc216437097) 26

[ЛИТЕРАТУРА](#_Toc216437098) 27

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Структурная схема

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Функциональная схема

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Принципиальная схема

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Перечень элементов

ВВЕДЕНИЕ

Проблема здоровья человека веков стоит очень остро на протяжении всего времени существования человечества. Относительно недавно по всему миру стояла проблема невероятно высокого, особенно по сегодняшним меркам, уровня смертности от разного рода заболеваний. Вспышки неизвестных ранее болезней убивали тысячи, а то и сотни тысяч людей по всему миру. Начиная от оспы, с которой началось развитие вакцин, заканчивая чумой, которая уничтожила треть населения Европы.

В наше время люди научились предотвращать эпидемии многих заболеваний на самой ранней стадии. И это была победа была достигнута руками не только медиков, но и многих ученых технического направления. Изобретение стетоскопа, термометра, микроскопа, компьютерного томогрофа и многих других медицинских приборов привела к рождению новых способов диагностирования, изучения и лечения самых различных заболеваний. Без всех этих приборов медицинские учреждения, в том виде, в котором мы их знаем, были бы невозможны.

Еще вчера это казалось невозможным: автономное искусственное сердце, биоискусственная печень, бионические контактные линзы, экзоскелеты и многие другие современные изобретения; а сегодня это уже самая ближайшая реальность.

Однако, как бы быстро не шагала вперед современная медицина и медицинская техника, она пока что не в состоянии решить все проблемы связанные с защитой здоровья каждого человека, так как людей огромное количество, а врачей и больниц по сравнению с этим количеством крайне мало. К тому же техническое обеспечение многих больниц, как и уровень подготовки персонала оставляют желать лучшего.

Вслед за прогрессом вакцин и медицинских препаратов вперед шагают вирусы и вредоносные бактерии. Они постоянно модернизируются, совершенствуются, подстраиваются под условия окружающей среды, в том числе и под вакцины и лекарственные средства.

Так же не стоит забывать о заболеваниях, которые по-прежнему считаются неизлечимыми.

Поэтому я считаю очень важным процесс диагностирования заболеваний на самых ранних стадиях. Для этого, безусловно, необходимо своевременное обращение человека к квалифицированному медицинскому работнику. Однако это определенно не единственный важный пункт. Кроме того, необходима скорость обслуживания пациента врачом, а так же обслуживание пациента корректным врачом.

Наверняка, многие при посещение медицинских учреждений, в особенности государственных поликлиник, сталкивались с необходимостью посещения большого списка врачей и процедур для выявления заболевания и способа его лечения. В особенности эта проблема остра, когда счет идет на месяцы, а то и дни. Важна каждая минута, и нет времени «ходить по врачам». К тому же это отнимает время у врачей, которые вместо выполнения своих прямых обязанностей пытаются понять какой именно из их коллег может вам помочь.

Перед нами встает вопрос необходимости модернизации контроля состояния здоровья человека при первичном посещении учреждений, чья деятельность направлена на излечение человека.

Наиболее важными и первоочередными параметры здоровья человека, которые проверяются при первичном осмотре считаются: температура тела, давление и биоритмическая составляющая сердца, так как именно эти параметры при обращении к терапевту снимаются в первую очередь.

Снятие именно этих параметров в короткие промежутки времени без большого количества действий, отнимающих время у пациентов и персонала и является целью данного курсового проекта.

Я поставила перед собой цель смоделировать устройство, которое будет получать от человека все эти необходимые данные в максимально короткие сроки.

Резюмируя вышесказанное, устройство должно иметь возможность выполнять следующие действия:

Снятие показаний температуры, давления и пульса в короткие сроки, с достаточной точностью и без излишних действий среди медперсонала и пациентов. Для каждого датчика в соответствии с этим применяются следующие требования к точности: для датчика температуры диапазон измеряемых значений должен быть от 13 до 45 градусов по шкале Цельсия, с градацией шкалы по 0,1 градуса по шкале Цельсия, для датчика электрокардиограммы время затраченное на снятие электрокардиограммы должно быть не более 30 секунд на снятие электрокардиограммы одного человека, для датчика давления диапазон измеряемых значений должен быть в промежутке от 200 Паскалей (минимальное давление в полой вене), до 13500 Паскалей (давление в аорте), причем это должен быть датчик ориентированный на медицинское использование с соответствующими допусками.

При помощи микроконтроллера вывод снятой с датчиков информации на присоединенный к микроконтроллеру экран и, опционально, аггрегация снятых значений и передача их по интерфейсу USB или RS-232 для обработки персональным компьютером с специализированным программным обеспечением, в котором должна быть реализована возможность отображения результатов в доступном и понятном для медицинского персонала формате.

Таким образом разрабатываемая система будет актуальна и доступна для любого медицинского учреждения, а результаты работы устройства позволят достигнуть поставленных в данной курсовой работе целей и будет удовлетворять всем нормам предъявляемым медицинскому оборудованию, а так же вследствие подключения к персональному компьютеру и специализированному программному обеспечению позволяет вносить исправления и изменения без вмешательства в аппаратную часть.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Для выполнения данного курсового проекта был разработан алгоритм, в котором первоочередная задача – это обзор литературы для уточнения уже существующих знаний и расширения их в область медицины в целом и медицинских датчиков в частности. Однако курсовой проект начинается далеко не с датчиков и целью курсового проекта не является изучение датчиков. Результатом курсовой работы должна стать схема устройства позволяющего быстро и точно снимать показания с организма пациента, таким образом нужно восстановить и расширить знания в области проектирования цифровых и аналоговых схем в целом, рассмотреть микроконтроллеры и выбрать подходящий, чтобы стать центром разрабатываемого устройства. Помимо этого, схема должна включать в себя устройства для первичного вывода информации и передачи ее в полном виде компьютеру, а так же датчики для непосредственно сбора внешней информации и передачи ее в микроконтроллер. В соответствии с этим были рассмотрены нижеследующие источники литературы.

[1] дает основу для создания курсового проекта. Книга охватывает широкий круг вопросов аналоговой электроники. Она построена таким образом, что ее можно читать от начала до конца, а можно использовать как справочник-энциклопедию (что и понадобилось). Благодаря хорошему структурированию книги по приложениям и по реализации аналоговой электроники, можно без труда найти информацию, посвященную медицинской аппаратуре: все необходимое для обработки сигналов от датчиков ЭКГ, ультразвуковых сканеров и датчиков дыхания (их принцип работы, характеристики и способы обработки сигналов). Есть материалы по отображению данных на различных устройствах вывода.

Физические принципы, методы разработки и варианты практического использования широкого спектра датчиков в самых разнообразных областях применений (а значит и в медицине). Использовалось последнее издание, т.к. только в нем есть описание датчиков, реализованных по самым современным технологиям. Речь идет об электромеханических микродатчиках и об электрооптомеханических микросистемах. Именно благодаря им произошел резкий прогресс в отдельных областях медицины и техники, наблюдаемой в последние годы. Материал в книге представлен чрезвычайно упорядоченно и лаконично, что помогло в ее эффективном использовании. В справочнике, в первую очередь, описаны различные виды чувствительных элементов, однако, имеется раздел, посвященный вторичным преобразователям, что позволяет перейти от классического понятия «датчик» к таким понятиям как адаптивные, умные, интеллектуальные сенсоры, и, конечно, трансъюсеры. Все это изложено последнем издании [2].

[3] дает введение в цифровую электронику. Полностью описываются все ее основы, не исключая конструирование и программирование. Стоит отметить, что особенно детально рассматриваются логические схемы. Для лучшего восприятия информации в книге много примеров наиболее часто применяемых стандартных схем. Это мультиплексоры и преобразователи кода. В книге сравниваются цифровые системы с аналоговыми, показывая все плюсы и минусы той или иной системы, что позволяет наиболее эффективно использовать полученные знания в процессе создания курсовой работы, а так же понятие актуальности каждого из методов.

В [4] приведены основные сведения по электрокардиографии и необходимые для правильной интерпретации ЭКГ данные. Рассмотрены общие принципы электрокардиографии, представлены проведение и его нарушение, охарактеризован сердечный ритм, рассмотрены аномалии зубцов на электрокардиограмме, а также вариант нормы. Книга содержит трактовку электрокардиограммы при различной патологии: гипертонической болезни, ИБС, различных пороках сердца, заболеваниях дыхательной системы, мочевыделительной, а также при кардиомиопатиях и кардитах. Вся информация совершенно необходима в данном курсовом проекте, так как датчик ЭКГ один из самых сложных датчиков диагностирующий широкий сектор проблем при правильном описанном в данной книге использовании. В первую очередь данный источник полезен в качестве справочника и дополнительной литературы, так как обработка входящих данных не предусмотрена в рамках данного курсового проекта, но может быть добавлена в случае дальнейшего развития по данной тематике.

В качестве логического продолжения всех вышеупомянутых источников идет [5], в котором широко показаны логические и принципиальные схемы, а так же в нем присутствует техническая информация и данные по датчикам температуры, ЭКГ, которое в свою очередь оценивает ритм и проводимость сердца, позволяя оценить кровоснабжение сердечной мышцы в состоянии покоя, для разных моделей и производителей, все это позволяет выбрать из всего многообразия наиболее подходящее для данного курсового проекта устройство. Исходя из того что источник написан на английском языке, датчики, описанные там, соответственно использовать нежелательно. Но можно опираясь на данную там информацию подобрать очень качественный отечественный аналог, который будет ничуть не хуже, а возможно и лучше, работать по принципам, которые были описаны в [5] и других источниках.

В дополнение к предыдущему источнику стоит рассмотреть [6], содержащий различные принципиальные и структурные схемы для устройства, физические параметры которого изменяются в зависимости от давления измеряемой среды (жидкости, газы, пар) и температуры, примеры схем для правильной обработки сигнала и подключения к различным периферийным устройствам, предназначенным для ввода данных в компьютер или вывода на экран, а также в другие электронное устройства во время его работы, а так же обработки информации практических всех медицинских датчиков, в том числе которые используются в данном курсовом проекте. Хоть и другие варианты для рассмотрения той или иной информации возможны, но эта информация совершенно незаменима и, благодаря тому, что расположена на сайте производителя одного из этих устройств, наиболее верна и максимально оптимальная для последующего использования.

В [7] источнике содержатся сведения о основных видах датчиков температуры. Также там рассмотрен принцип действия, достоинства и недостатки каждого из указанных видов датчиков. Указаны способы преобразования изменения температуры в электрический сигнал, а так же правильное использование каждого из этих датчиков в схемах. Благодаря данному источнику я ознакомилась с классификацией датчиков температуры, что в будущем помогло мне при выборе используемого датчика.

Наилучшим выбором по соотношению цены к требованиям, предъявляемым датчикам был выбран такой тип датчиков температуры как Z-термистор, подробная информация и технические характеристики которого, вкупе с достоинствами и недостатками показаны в [8]. Датчики этого типа достаточно давно вышли на рынок и плотно на нем обосновались, зарекомендовав себя надежными и достаточно универсальными устройствами, которые имеют достаточное количество разновидностей для использования в любой сфере жизнедеятельности, от измерения температуры пола и перекрытий, до медицины, что и требуется в данной работе.

Для получения общей информации о датчиках давления был рассмотрен источник [9], который был издан относительно недавно, а соответственно содержит актуальную информацию и позволяет выбрать наиболее подходящий датчик из всего многообразия видов и технологий, а так же подобрать подходящие требования для датчика давления, которые нельзя получить в медицинской литературе, но можно найти в справочниках и учебниках технической направленности.

В результате анализа данных и требованиях к медицинским датчикам и характерных особенностей различных типов датчиков давления был выбран датчик давления компенсированного типа с дифференциальным типом давления, зарекомендовавший себя в медицинской сфере. Технические характеристики этого датчика подробно рассмотрены в [10], что позволяет свободно использовать его в разрабатываемой схеме.

В случае с датчиком ЭКГ появляются некоторые проблемы так как это крайне специфичный датчик, у которого нету аналогов иного назначения, вследствие чего был выбран датчик, описанный в [11], где описаны все его характеристики, необходимые для успешного добавления его на общую схему и соединения с микроконтроллером.

Для выбора микроконтроллера был изучен источник [12], в котором рассматриваются микроконтроллеры в общем и работа с ними в частности. Программирование микроконтроллеров от азов до сложных конструкций, часто применимых в различных реальных проектах, таким образом давая базу для дальнейшего изучения этой области, а так же для того чтобы в ней ориентироваться на достаточном для данного курсового проекта уровне.

В результате стоит перейти к источнику [13], где вышеописанная информация профилируется для микроконтроллеров AVR, таким образом приближая теоретическую базу к реальным проектам и указывая на фирму, микроконтроллеры которой стоит рассмотреть в первую очередь. Данная фирма давно на рынке и успешно себя зарекомендовала, кроме того микроконтроллеры AVR – одни из самых часто встречающихся на рынке микроконтроллеров необходимой для данного проекта мощности. Так же по микроконтроллерам данной фирмы существует крайне много учебных пособий, из которых хотелось бы выделить [14], состоящий из двух книг.

Данный источник наиболее полно и предметно, с очевидными примерами различного уровня сложности и применимости описывает выбранные микроконтроллеры, давая пространство для дальнейшего развития устройства, выходящее за рамки выполняемого курсового проекта. В рассмотренных практических примерах применяются различные способы и методы, которые применяются при добавлении данного микроконтроллера в схему.

В [15] находится полное и подробное описание характеристик и особенностей выбранного микроконтроллера, способы его добавления в схему, требования к подключаемым устройствам и возможности для использования этих устройств. Информация с сайта фирмы-производителя по одному устройству с запасом перекрывает необходимую для работы информацию.

Как было отмечено в начале, помимо сбора информации так же необходим вывод этой информации, причем вывод может быть непосредственно с микроконтроллера на подключенный напрямую экран или же опосредованно через последовательный или параллельный интерфейс подключения к компьютеру. Для первого случая необходимо рассмотреть несколько дополнительных источников, например [16], в котором описана общая информация о различных экранах и их свойствах и не только, из которой можно понять, что оптимальным выбором для данного курсового проекта будет монохромный жидкокристаллический экран небольшого размера.

Информацию о подходящем экране можно почерпнуть в [17], так как там указаны полные характеристики выбранного устройства, способы его подключения и минимальные требования к устройству, которое непосредственно будет работать с этим экраном, для чего полностью подходит выбранный ранее микроконтроллер. Кроме того, там указана подробная информация о правильной работе с этим экраном, несмотря на то, что программирование микроконтроллера и экрана выходит за рамки данного курсового проекта это крайне важная информация, к которой прилагаются примеры работы из источника [18].

Однако, благодаря знаниям почерпнутым из ранее упомянутых источников, можно сказать, что информация о компонентах и способах их соединения в схему – это далеко не вся необходимая информация, так как многие компоненты проектируемого устройства имеют разные электрические характеристики, а значит не имеют возможности безопасно и надежно соединиться в единое устройство. Для решения этой проблемы было выбрано устройство под названием «двунаправленный трансформатор напряжения», а точнее одна из его разновидностей, наиболее подходящая для разрабатываемого устройства: 2-битный двунаправленный трансформатор напряжения, техническую информацию и особенности которого можно почерпнуть в источнике [19], тем самым собрав разрозненные элементы в цельную схему.

В результате рассмотрения вышеописанных источников можно восстановить, дополнить и расширить знания по схемотехнике в целом, а в частности по датчикам, микроконтроллерам, жидкокристаллическим экранам и иным устройствам, которые могут использоваться в проектировании подобного рода схем. Так же можно расширить представления о проектировании цифровых и аналоговых схем, а так же интеграции вышеперечисленных устройств в произвольную схему.

Однако проектирование схемы устройства – это не вся курсовая работа, так как помимо этого для любого устройства должна быть доступная и стандартизированная документация сделанная по государственным стандартам и стандартам предприятия. Для полноценного и законченного оформления курсового проекта необходимо изучить дополнительные источники литературы, связанные с оформлением и стандартизацией документации по устройству, проектированию и расчетам. Кроме того, необходимо изучить информацию связанную с оформлением схем и чертежей в государственных стандартах и стандартах предприятия.

Государственный стандарт [20], описывающий изображение и описание электрических схем является основополагающим при выполнении чертежей для данной курсовой работы, содержит необходимы минимум сокращений, условно-графических изображений, примеров и пояснений, а так же справочной информации, необходимой для выполнения схемы электрической функциональной и схемы электрической принципиальной, которые являются наиболее сложными и важными в данной курсовой работе.

В дополнение к рассмотренному важным будет [21], в котором находится стандарт предприятия «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», в котором определяются размеры и наполнение каждого элемента пояснительной записки к курсовой работе, а так же допуски, пояснения и необходимые аббревиатуры для оформления типовых страниц пояснительной записки и рамки чертежей.

Резюмируя вышеописанное можно сказать что необходимый для изучения и повторения теоретический материал крайне объемный и разносторонний и позволяет посмотреть на задачу с разных сторон.

# 2 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

# УСТРОЙСТВА

При разработке и проектировании структурной схемы необходимо учитывать следующие факторы и требования:

1. Температура тела человека находится в диапазоне от 13 до 43 градусов по Цельсию;
2. Артериальное давление человека может колебаться от 50 до 250 мм ртутного столба;
3. Важным пунктом разрабатываемой схемы является ценовая доступность и простота реализации;
4. Также важно учесть потребляемую мощность, ее необходимо максимально снизить.

Структурная схема демонстрирует общую структуру разрабатываемого устройства. Оно включает в себя:

1. Датчики первичной информации
   1. Датчик температуры
   2. Датчик ЭКГ
   3. Датчик давления
2. Микроконтроллер – передает информацию с датчиков на дисплей.
3. Конвертер уровней – служит для преобразования логического уровня сигнала.
4. Дисплей – визуально демонстрирует полученные с датчиков данные

Проектируемая система контроля здоровья человека на первичном прием у врача предназначена для уведомления лечащего врача о состоянии здоровья пациента. На основе полученных данных врач делает необходимые выводы о состоянии здоровья, принимает решение по диагнозу и лечению пациента.

Структурная схема представлена в приложении А.

3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

УСТРОЙСТВА

В системе контроля здоровья человека будут использоваться датчики температуры, давления, ЭКГ и микроконтроллер. Далее будет обоснован выбор используемых приборов.

3.1 Датчик температуры  
 Датчик температуры выбирается исходя из применения его в медицинских целях, следовательно большинство широко известных датчиков температуры не подходят по сфере своего применения. Так же стоит учитывать диапазон колебаний температуры тела человека. Стоит учитывать и погрешность, которая может иметь высокую роль при постановке диагноза.

Так как температура тела живого человека не может опускаться ниже порога в 13 градусов по шкале Цельсия, и не может подниматься выше 45 градусов по шкале Цельсия, значит датчик температуры должен покрывать этот диапазон значений с запасом. Кроме того, термометры, использующиеся в современной медицине имеют точность измерений 0,1 градуса по шкале Цельсия, значит используемый датчик не должен им уступать, а лучше даже превышать заданную точность. Также датчик должен иметь невысокую цену для того чтобы любое медицинское учреждение могло позволить себе данное устройство.

Сравнительная характеристика тепловых датчиков представлена в таблице 3.1.[22][23] [24] [25] [26]

Таблица 3.1 – Сравнительные характеристики датчиков температуры

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Температурный диапазон, °С | Точность,  ±°С | В | Быстродействие, с |
| DS18B20 | -55..+125 | 0,5 | 3,0 - 5,5 | 2,0 |
| LM95234 | -65..+150 | 1,0 | 3,0 - 3,6 | 1,0 |
| TZ-4 | -20..+100 | 0,1 | 3,5 - 5,5 | 1,0 |
| TMP468 | -40..+125 | 0,35 | 1,7 - 3,6 | 1,0 |
| LMT87 | -50..+150 | 2,7 | 2,7 - 5,5 | «1,0 |

При анализе приведённых датчиков температуры выбор был сделан в пользу датчика TZ-3. Температурный диапазон выбранного датчика покрывает необходимый, он не требует высокого напряжения питания, а также имеет высокую точность и быстродействие.

Условно-графическое датчика, приведенное на рисунке 3.1, отображает внутреннее строение датчика. Термодатчик изготовлен из термистора NTC помещенного в металлическую гильзу и залитого теплопроводящей шпаклевкой. Поэтому в данном проекте рассматривала датчик TZ – 3 в виде NTC датчика.



Рисунок 3.1. - Условно-графическое обозначение TZ - 3

* 1. Датчик давления

Существует большое количество самых разнообразных датчиков давления, каждый из которых имеет специфическую сферу применения и метод получения данных. Наиболее распространенными являются: упругие датчики, электрические преобразователи, датчики дифференциального давления и датчики давления вакуума.

Сравнительная характеристика датчиков давления представлены в табл. 3.2. [27] [33] [34] [35] [36] [37]

Таблица 3.2 – Сравнительные характеристики датчиков давления

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Серия | Максимальный уровень давления, кПа | Максимальный уровень давления, мм рт.ст. | Допустимое  отклонение,  мВ | Чувствительность, мВ/кПа |
| MPX53 | 50 | 375 | 20 | 1,2 |
| MPXY8021A | 637,5 | 4781 | - | 2,5 |
| MPX5999 | 1000 | 7757 | 4.5 | 5 |
| MPX2200 | 200 | 1500 | 1 | 0,2 |
| MPX2300D | 40 | 300 | 0,75 | 5 |

В качестве датчиков давления были выбран датчик компенсированного типа с дифференциальным типом давления. Эти датчики давно и успешно используются в медицине и на данный момент являются лучшими в своей области.

Среди всех типов эти датчики, благодаря полному диапазону измерения, высокой точности и температурной стабильности, получили наибольшее распространение как для измерения давления на различных промышленных объектах, так и в медицине.

При анализе приведённых датчиков давления выбор был сделан в пользу датчика MPX2300D. Его условно графическое представление можно увидеть на рисунке 3.3. Выбранный датчик создавался специально для медицинских целей, он не требует высокого напряжения питания, а также имеет высокую точность и быстродействие.

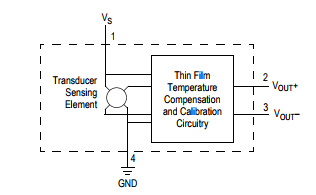


Рисунок 3.3. - Условно-графическое обозначение MPX2300D

* 1. Датчик ЭКГ

Среди существующих датчиков ЭКГ производился выбор из одноразовых электродов, контактных и бесконтактных. Был сделан выбор в пользу бесконтактных датчиков фирмы EPIC зарекомендовавших себя низкой ценой, высоким качеством и широким модельным рядом позволяющим выбрать датчик для любых целей. Также бесконтактные датчики наиболее просты в использовании.

Внутреннее устройство типового датчика ЭКГ показано на рисунке 3.4. [25][11][26][27][28]

Основываясь на том, что устройство, проектируемое в курсовом проекте, не используется для лечения или постоянного мониторинга состояния здоровья пациента, а только для первичной диагностики был сделан выбор в пользу датчика PS25204, чьи характеристики приведены в таблице 3.3, который рекомендуется компанией EPIC для этих целей т.к. имеет наименьшую стоимость, самое высокое быстродействие и абсолютно безопасен для человека в отличие от многих датчиков применяемых в данное время, которые используют переменный ток напряжением 220 В, что может стать причиной смерти пациента при неправильной настройке или при неправильном подключении.

Таблица 3.3 – Сравнительные характеристики датчиков ЭКГ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Напряжение питания, В | Ток питания, мА | Входное сопротивление, ГОм | Входная емкость,  пФ |
| PS25201 | 2,4 – 4,0 | 1,5 – 3,0 | 50 | 10 |
| PS25204 | 2,4 – 4,0 | 1,5 – 3,5 | 20 | 15 |
| PS25205 | 2,4 – 5,5 | 1,5 | 20 | 15 |
| PS25012A | 4,0 – 8,0 | 1,7 – 10,0 | 50 | 10 |
| PS25451 | 2,4 – 5,5 | 0,6 – 3,5 | 20 | 15 |

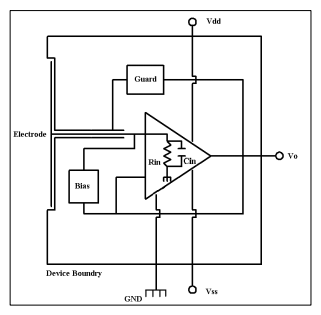


Рисунок 3.4. – Внутреннее устройство типового датчика ЭКГ[11]

3.4 Микроконтроллер

В курсовом проекте будет использоваться микропроцессор для управления дисплеем, на который будет выводится информация полученная датчиками. Для проекта был выбран микроконтроллер ATmega8L. Информация о микроконтроллере и его характеристики приведены в источнике [15]. Условно-графическое обозначение приведено на рисунке 3.5.

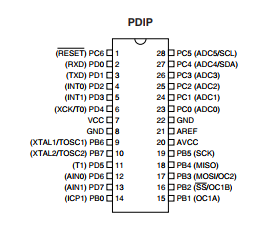


Рисунок 3.5 - Условно-графическое обозначение ATmega8L [15]

## 3.5 Конвертер логических уровней

Выбранные датчики температуры, давления и электрокардиограммы согласуются с микроконтроллером по напряжению источника питания +3,3В. А вот дисплею для работы необходимо входное напряжение в +5В. Таким образом для исправной работы схемы необходимо преобразовать сигнал, полученный с микроконтроллера к логическому уровня дисплея.

Для решения поставленной задачи был выбран конвертер логических уровней TXS0102. Датчик BMP085 имеет три информационных выхода, таким образом нужно преобразовывать три сигнала. Условно графическое обозначение конвертера представлено на рисунке 3.6.

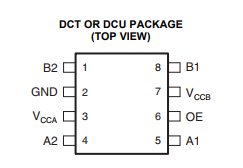


Рисунок 3.6 - Условно-графическое обозначение TXS0102 [29]

Суть работы устройства: на входы A1 и A2 подаются сигналы, которые нужно преобразовать. Vcca – вход принимающий текущий логический уровень сигнала. В случае курсового проекта на Vcca будет подаваться +3.3В. На выходах B1 и B2 можно будет снимать преобразованный сигнал. На Vccb подается напряжение, к уровню которого необходимо привести сигналы. В данном случае это 5В.

3.6 Дисплей

Для вывода данных полученных с датчиков был выбран дисплей LCD1602, представленный на рисунке 3.7.

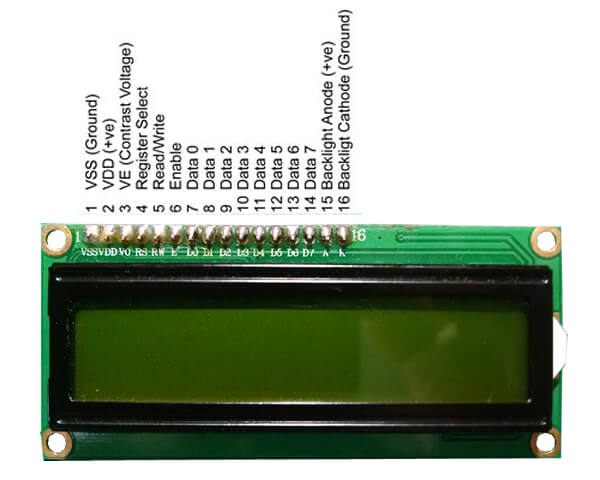


Рисунок 3.6 – Дисплей LCD1602

Для того, чтобы не занимать большое количество аналоговых выходов микроконтроллера используется дополнительный модуль 1602 LCD конвертор в IIC/I2C, представленный на рисунке 3.7.

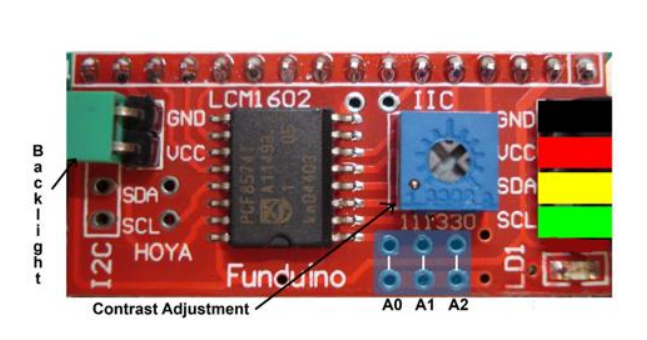


Рисунок 3.7 – 1602 LCD конвертор в IIC/I2C

4 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ

УСТРОЙСТВА

Принципиальная схема является более развернутой электрической схемой изделия. На ней можно увидеть все электрические элементы и устройства, из которых составляются датчики и приборы. Также на принципиальной схеме показывают зажимы, разъемы и служебные элементы схемы. Функциональная схема показывает общую структуру прибора, а принципиальная – предоставляет детальный отчет о том, как работает схема.

Принципиальная схема представлена в приложении В.

В данном разделе будет представлен принцип работы и функционирования устройств схемы.

4.1 Датчик температуры



Рис. 4.1 – Принципиальная схема датчика температуры

Параметры схемы: R1 = 220 Ом, R2 = 10 кОм, R3 = 1 кОм, С1=1 мкФ

4.2 Датчик ЭКГ

Схема включения датчика ЭКГ представлена на рисунке 4.2.



Рис. 4.2 – Схема включения датчика ЭКГ PS25204

4.3 Датчик давления

В рекомендациях документации для номиналов нагрузочных резисторов указаны от 2.2 кОм до 10 кОм. В проекте будет использован резистор на 10 кОм.

Схема включения датчика давления представлена на рисунке 4.3



Рис. 4.3 – Схема включения датчика давления

4.4 Микроконтроллер

ATmega8L микроконтроллер обладает следующими характеристикми:

* 8-разрядный высокопроизводительный AVR микроконтроллер с малым потреблением
* Прогрессивная RISC архитектура   
      130 высокопроизводительных команд, большинство команд выполняется за один тактовый цикл   
      32 8-разрядных рабочих регистра общего назначения Полностью статическая работа   
      Приближающаяся к 16 MIPS (при тактовой частоте 16 МГц) производительность   
      Встроенный 2-цикловый перемножитель
* Энергонезависимая память программ и данных   
      8 Кбайт внутрисистемно программируемой Flash памяти (In-System Self-Programmable Flash)   
        Обеспечивает 1000 циклов стирания/записи   
      Дополнительный сектор загрузочных кодов с независимыми битами блокировки   
        Обеспечен режим одновременного чтения/записи (Read-While-Write)   
      512 байт EEPROM   
        Обеспечивает 100000 циклов стирания/записи   
      1 Кбайт встроенной SRAM   
      Программируемая блокировка, обеспечивающая защиту программных средств пользователя
* Встроенная периферия   
      Два 8-разрядных таймера/счетчика с отдельным предварительным делителем, один с режимом сравнения   
      Один 16-разрядный таймер/счетчик с отдельным предварительным делителем и режимами захвата и сравнения   
      Счетчик реального времени с отдельным генератором   
      Три канала PWM   
      8-канальный аналого-цифровой преобразователь (в корпусах TQFP и MLF)   
        6 каналов с 10-разрядной точностью   
        2 канала с 8-разрядной точностью   
      6-канальный аналого-цифровой преобразователь (в корпусе PDIP)   
        4 канала с 10-разрядной точностью   
        2 канала с 8-разрядной точностью   
      Байт-ориентированный 2-проводный последовательный интерфейс   
      Программируемый последовательный USART   
      Последовательный интерфейс SPI (ведущий/ведомый)   
      Программируемый сторожевой таймер с отдельным встроенным генератором   
      Встроенный аналоговый компаратор
* Специальные микроконтроллерные функции   
      Сброс по подаче питания и программируемый детектор кратковременного снижения напряжения питания   
      Встроенный калиброванный RC-генератор   
      Внутренние и внешние источники прерываний   
      Пять режимов пониженного потребления: Idle, Power-save, Power-down, Standby и снижения шумов ADC
* Выводы I/O и корпуса   
      23 программируемые линии ввода/вывода   
      28-выводной корпус PDIP, 32-выводной корпус TQFP и 32-выводной корпус MLF
* Рабочие напряжения   
      2,7 - 5,5 В
* Рабочая частота   
      0 - 8 МГц

Опишем входы на которые будут приходить сигналы с датчиков

На пины PC2 и PC3 будут поступать сигналы с датчиков давления и ЭКГ соответственно. Сигналы датчика температуры передаются на пины PD6 и PD7. На входы VCC и AVCC подается напряжение источника питания +3,3B. С пинов PC5 и PC4 будет происходить снятие сигналов для конвертора уровней, которое в свою очередь будет передавать их на дисплей через подуль преобразования I2C.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения проекта была разработана система контроля состояния здоровья больного человека на приеме в поликлинике. Конечное устройство принимает информацию с датчиков температуры, электрокардиограммы и давления и выводит снятые данные на соединенный.

Недостатки устройства:

1. Подходит только для первичного осмотра.
2. Необходимы доработки в программной части.

Достоинства устройства:

1. Относительно малая стоимость.
2. Относительно малые размеры.
3. Высокая точность.
4. Простота реализации и доступность составляющих элементов.

В перспективе проект можно расширить и доработать. Главной доработкой будет являться специализированное программное обеспечение на компьютер с возможностью исправлений, уточнений и изменений, а так же с возможностью выводить результаты первичного осмотра на твердые носители (например на бумагу), для дальнейшей транспортировки и прикрепления к медицинской карточке. Однако для этого необходима доработка аппаратной части для передачи снятых данных с микроконтроллера на компьютер каким-либо способом. Так же в данное устройство можно добавить иные датчики подходящие для первичного осмотра, например датчик пульса, некоторых составляющих крови и иных данных которые можно снять с помощью недорогих и надежных датчиков. Использование микроконтроллера позволяет вносить подобные изменения без больших затрат на изменение проекта и проектной документации. Кроме того, если будет реализован интерфейс соединения с компьютером, то для удешевления устройства и повышения его компактности можно удалить жидкокристаллический экран, это так же снизит нагрузку на микроконтроллер. В качестве альтернативной ветки развития данного проекта в частности и проектов такой направленности в целом можно рассмотреть модульные устройства, однако они будут достаточно сложны и потребует замены микроконтроллера на более сложный и дорогой, но позволяющий изменить программную начинку без профильного образования.

Из особенностей проекта можно выделить нестандартное использование Z-термисторов, что существенно удешевляет схему, надежность и точность, которая не свойственна устройствам данной и близких ценовых диапазонов, кроме того этот вид датчиков вследствие своих особенностей поставляется на длинном проводе в прочной оплетке, что позволяет производить измерение температуры пациента практически в произвольном месте и независимо от того, снимаются ли иные показания в данный момент или нет.

Так же существенным преимуществом можно считать итоговые размеры устройства, которые намного меньше даже стандартных устройств для снятия электрокардиограммы, не говоря уже о комбинированных устройствах, которые на рынке представлены сложными и дорогими диагностическими комплексами, которые могут себе позволить только крупнейшие мировые клиники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналоговая электроника. Схемы, системы, обработка сигнала / Крекрафт Д., Джерджли С. – М.: Техносфера, 2005. – 360 с.
2. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. / Дж Фрайден. – М.: Техносфера, 2005. – 589 с.
3. Вводный курс цифровой электроники / К. Фрике – Техносфера, 2003. – 432 с.
4. Руководство по электрокардиографии. 3-е издание. / Орлов В.Н. – М.; ООО «Медицинское информационное агентство», 2003. – 528 с.: ил.
5. Аналоговые устройства [Электронный ресурс]. – Электронные данные. –Режим доступа: http://www.analog.com/en/applications/markets/healthcare/clinical-monitoring.html
6. Texas Instruments. Датчики кровяного давления [Электронный ресурс]. – Электронные данные – Режим доступа:

http://www.ti.com/solution/blood\_pressure\_monitor

1. Датчики температуры. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. –Режим доступа: https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/ustrojstva/datchiki-temperatury/
2. Z-термисторы. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.chipinfo.ru/literature/chipnews/199901/37.html
3. Датчики и детекторы: Учебное пособие. / Михеев В.П., Просандеев А.В. – М.: МИФИ, 2007. – 172 с.
4. MPX2300DT1 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. –Режим доступа: https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MPX2300DT1.pdf
5. PS25204 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. –Режим доступа: http://www.radiant.su/files/images/plessey/ps25204.pdf
6. Создаем устройства на микроконтроллерах / Белов А.В. – СПб.: Наука и техника, 2007. – 304 с.: ил.
7. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс. / Мортон Дж. – М.: Издательский дом "Додэка-ХХ1", 2006. – 270 с.
8. 10 практических устройств на AVR-микроконтроллерах. / Кравченко А.В. – М.: Издательский дом "Додэка-ХХ1", 2009. – 538 с.
9. ATmega8L datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. –Режим доступа: http://www.atmel.com/Images/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8\_L\_datasheet.pdf
10. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник для вузов. 4-е изд. / Бройдо В. Л., Ильина О. П. – СПб.: Питер, 2011. – 560 с.: ил.
11. LCD 1602a1 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.openhacks.com/uploadsproductos/eone-1602a1.pdf
12. LCD 1602a1 примеры программ. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://opencircuit.nl/ProductInfo/1000061/I2C-LCD-
13. TXS0102. 2-bit Bidirectional Voltage-Level Translator for Open-Drain and Push-Poll Applications [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/txs0102.pdf
14. ГОСТ 2.702-2011. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200086241
15. Глецевич, И. И. Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети» всех форм обучения. / И. И. Глецевич, В. А. Прытков, А.В. Отвагин. – Минск: БГУИР, 2007. – 92 с.
16. DS18B20 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf
17. LM95234 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm95234.pdf
18. TZ - 3 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://bailey.ieprof.ru/upload/iblock/c6c/c6c85e63131e4e707fd378f4fee81f4b.pdf
19. TMP468 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tmp468.pdf
20. LMT87 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.farnell.com/datasheets/1822594.pdf
21. Датчики давления. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://mkpochtoi.narod.ru/mpx\_pressure\_sensor\_primenenie\_2007\_16\_7.pdf
22. PS25201 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.datasheets360.com/pdf/-2828910433014373226
23. PS25205B datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://static1.squarespace.com/static/50a2eefee4b091209446d3a0/t/50c29db3e4b001f1d6fea194/1354931635956/PS25205+Low+Power.pdf
24. PS25012A datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.saelig.com/supplier/plessey/ps25012a\_b\_datasheet.pdf
25. PS25451 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/629525/ETC1/PS25451.html
26. TXS0102 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/txs0102.pdf
27. MPX53 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MPX53.pdf
28. MPXY8021A datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/95785/MOTOROLA/MPXY8021A.html
29. MPX5999 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/MOTOROLA/MPX5999.html
30. MPX53 datasheet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MPX53.pdf

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

*(обязательное)*

Структурная схема

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

*(обязательное)*

Функциональная схема

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

*(обязательное)*

Принципиальная схема

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

*(обязательное)*

Перечень элементов