# АННОТАЦИЯ

В работе представлена разработка прибора регистрации жизненно важных показателей человека и системы управления данным прибором.

Разработаны электрические функциональные схемы каналов регистрации биопотенциалов сердца, кровяного потока фотоплетизмографическим методом, кривой дыхания реоплетизмографическим методом, артериального давления осциллометрическим методом, температуры тела в среде проектирования Altium Designer.

Разработана топология печатной платы прибора в среде проектирования Altium Designer.

Разработано встроенное программное обеспечение, отвечающее за работу всех каналов регистрации жизненно важных показателей и обеспечивающее управление сбором и передачей данных. Для разработки использовались программа конфигурации микроконтроллеров STM32 STM32CubeMX и многофункциональная среды разработки приложений на языке программирования C IAR Embedded Workbench.

Содержание

[АННОТАЦИЯ 5](#_Toc38812926)

[Обозначения и сокращения 7](#_Toc38812927)

[ВВЕДЕНИЕ 8](#_Toc38812928)

[Цель выпускной квалификационной работы 9](#_Toc38812929)

[ГЛАВА 1. Медико-техническое обоснование прибора 11](#_Toc38812930)

[Электрокардиография 12](#_Toc38812931)

[Артериальное давление 12](#_Toc38812932)

[Фотоплетизмограмма 12](#_Toc38812933)

[Реоплетизмография 12](#_Toc38812934)

[Температура тела 12](#_Toc38812935)

[ГЛАВА 2. Разработка аппаратной части прибора 12](#_Toc38812936)

[ГЛАВА 3. Разработка встроенного программного обеспечения прибора 12](#_Toc38812937)

# Обозначения и сокращения

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

# ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в каждом крупном медицинском учреждении имеется отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), предназначенное для оказания неотложной медицинской помощи, проведения реанимации и интенсивной терапии пациентов.

Основной целью врачей-реаниматологов и анестезиологов является поддержание жизненно важных функций человеческого организма, а главным инструментом контроля данных показателей являются различные операционные и анестезиологические мониторы пациента.

Многофункциональный монитор пациента ‒ модульное или предварительно сконфигурированное устройство, включающее более одного физиологического мониторного блока, разработанное для сбора информации от одного пациента и ее обработки в целях мониторинга и выработки сигналов тревоги (ГОСТ Р 56326-2017. Изделия медицинские. Мониторы пациента многофункциональные. Технические требования для государственных закупок. М.: Стандартинформ, 2018. 4 с).

Основополагающими функциями многофункциональных мониторов пациента являются, длительное наблюдение за жизненно важными функциями пациентов в реальном времени и своевременное информирование медицинского персонала о возникновении сигналов тревог при выходе параметров жизнедеятельности пациентов за пределы допустимых значений, в том числе посредством передачи сигналов тревог на центральную станцию и иные информационные системы лечебно-профилактических учреждений.

Новейшей тенденцией в области реанимации и интенсивной терапии является развитие специализированных ОРИТ, в частности, для больных кардиологического профиля.

Данные отделения также оснащены прикроватными мониторами пациента, позволяющими осуществлять круглосуточный контроль над пациентами, но обладают набором специфических функций, накладываемых кардиологической направленностью. Как пример, данные прикроватные мониторы, в отличие от мониторов общего профиля, позволяют проводить диагностику всех разновидностей нарушений ритма сердца.

Вопросы, касающиеся разработки мониторов кардиологической направленности являются очень актуальными, в связи с большим спросом на них, вследствие открытия большого числа ОРИТ для больных кардиологического профиля.

Основными задачами компаний, занимающихся разработкой, производством и внедрением медицинского оборудования для кардиологии, являются обеспечение медицинских учреждений имеющих ОРИТ кардиологического профиля достаточным количеством специализированных мониторов пациента и внедрение новейших медицинских технологий в широкую клиническую практику.

Одним из основных блоков прикроватного монитора пациента является устройство регистрации жизненно важных показателей пациента, предназначенное для сбора и отправки данных на центральную станцию прикроватного монитора.

Цель выпускной квалификационной работы:

1. Разработать устройство регистрации жизненно важных показателей человека, входящее в состав прикроватного монитора пациента кардиологического профиля.
2. Разработать систему управления устройством регистрации жизненно важных показателей человека.

Исходя из поставленной цели работы, можно выделить основные этапы разработки устройства:

* Составление технического задания;
* Разработка электрической функциональной схемы устройства;
* Разработка электрической принципиальной схемы и подбор элементной базы устройства;
* Разработка топологии печатной платы;
* Разработка встроенного программного обеспечения (системы управления) устройства.

***Составление технического задания.***

Техническое задание это основополагающий документ, которым руководствуются разработчики и проектировщики, приступая к разработке нового изделия. Оно определяет основные направления разработки: конструкции и принципа работы будущего изделия.

Техническое задание формируется в соответствии с требованиями заказчика. В данном случае заказчиком являются медицинские учреждения.

***Разработка электрической функциональной схемы устройства.***

Разработка электрической функциональной схемы прибора осуществляется на основе составленного технического задания. Электрическая функциональная схема описывает логику работы прибора и все процессы, протекающие в разрабатываемом устройстве. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой.

***Разработка электрической принципиальной схемы устройства и подбор элементной базы устройства.***

На основе электрической функциональной схемы формируется принципиальная схема, описывающая все электрические связи внутри прибора. Выбор элементной базы проводится на основе схемы электрической принципиальной с учетом требований изложенных в техническом задании.

***Разработка топологии печатной платы.***

Разработка топологии печатной платы осуществляется на основе принципиальной схемы. Топология представляет собой совокупность формы печатной платы, компоновки электронных компонентов и трассировки, выполненных в виде рисунков слоев печатной платы.

***Разработка встроенного программного обеспечения (системы управления) устройства.***

Разработка встроенного программного обеспечения осуществляется в соответствии с техническим заданием. Современные медицинские приборы, системы и комплексы являются сложными интегральными техническими устройствами, изготовленными по новейшим технологиям на современной элементной базе, часто содержат вычислительные и управляющие средства, для функционирования которых необходимо написание встроенного программного обеспечения, позволяющего автоматизировать процесс получения диагностической информации.

В процессе создании электронных устройств разработчик часто сталкивается с рядом сложностей, которые необходимо решить для полноценного функционирования устройства. При разработке устройства регистрации жизненно важных показателей человека такими сложностями являются: устранение шумов и помех для получения достоверной информации с датчиков, обеспечение электробезопасности пациента и персонала при использовании прибора, обеспечение отказоустойчивости прибора, отладка работы электрических схем на печатной плате устройства, отладка встроенного программного обеспечения устройства.

*Устранение шумов и помех для получения достоверной информации с датчиков.* Одной из главных проблем при разработке прибора регистрации жизненно важных показателей человека является получение достоверной диагностической информации, которая осложняется действием шумов, помех и артефактов различного происхождения; при этом уровень информативных сигналов часто по величине сопоставим с уровнем помех, что сильно усложняет методы получения полезных сигналов. Решением данной проблемы является использование аналоговых и цифровых фильтров, благодаря которым устраняется воздействие помех и шумов на полезный сигнал. Также грамотное проектирование топологии и трассировка печатной платы позволяет минимизировать воздействие внешних факторов на прибор.

*Обеспечение электробезопасности пациента и персонала при использовании прибора.* Безопасность прибора также является основополагающим критерием при его разработке. Прикроватные мониторы пациента находится в непосредственном контакте с телом пациента и медицинского персонала, поэтому необходим ответственный подход к разработке системы электробезопасности. Так, например, для защиты пациента от поражения электрическим током в медицинских устройствах применяются гальванические развязки, искусственно ограничивающие передачу энергии в разных цепях.

*Обеспечение отказоустойчивости прибора.* Также необходимо учитывать такой параметр как отказоустойчивость. Так как разрабатываемый прибор относится к технике реанимационно-анестезиологической направленности, то на него накладываются жесткие требования к безотказной работе в течение длительного промежутка времени, так как именно от функций, выполняемых данным оборудование, зависит успех реанимационных действий над пациентом. Для обеспечения отказоустойчивости используются резервирование каналов регистрации медицинских параметров, а также средства встроенного программного обеспечения.

*Отладка работы электрических схем на печатной плате устройства.* Отладка электрических схем заключается в проверке цепей питания и сигнальных цепей. Базовыми средствами отладки и поиска неисправностей являются паяльная станция, мультиметр и цифровой осциллограф. Паяльная станция необходима для проверки качества пайки соединений на плате, мультиметр позволяет определить постоянное напряжение в цепях питания, а цифровой осциллограф позволяет отслеживать ошибки в работе сигнальных цепей платы.

*Отладка встроенного программного обеспечения устройства.* Отладка встроенного программного обеспечения заключается в проверке правильности работы программы и аппаратуры. Программа может содержать в себе как синтаксические, так и логические ошибки, не позволяющие программе выполнять заложенные в ней функции. Логические ошибки могут быть связаны с алгоритмом программы или с неправильным пониманием работы аппаратуры, подключенной к портам микроконтроллера.

Встроенный в состав интегрированной среды разработки отладчик позволяет отладить те участки кода программы, которые не зависят от работы внешней аппаратуры, не входящей в состав микросхемы микроконтроллера. Обычно это относится к вычислению математических выражений или преобразованию форматов представления данных.

Для отладки внешней аппаратуры используется внутрисхемный программатор-отладчик, входящий в состав многих современных микроконтроллеров. Отладка через интерфейс программатора обеспечивает запуск кода программы в реальном времени и доступ к значениям всех структур данных микроконтроллера, что позволяет отследить корректность функционирования подключенного оборудования в пошаговом режиме.

# ГЛАВА 1. Общая часть

# Описание и состав комплекса мониторирования пациента

# Устройство регистрации жизненно важных показателей человека

# Медицинское описание и физические основы измеряемых параметров

# Электрокардиография

# Артериальное давление

# Фотоплетизмография

# Реоплетизмография

# Температура тела

# Формирование технического задания

# ГЛАВА 2. Разработка аппаратной части прибора

# ГЛАВА 3. Разработка встроенного программного обеспечения устройства