

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Неразрушающего контроля  
Направление подготовки Приборостроение  
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Устройство непрерывного мониторинга аритмии и внезапной сердечной смерти</b>

УДК 616-7:616.12-008.318-036.886

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5Б	Солдатов Владимир Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лежнина И.А.	К.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК	Суржиков А.П.	Д.ф.-м.н.		

Томск – 2017 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
P1	<b>Способность</b> совершенствовать и повышать свой интеллектуальный и общекультурный уровень и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире;	Требования ФГОС (ОК-1) Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	<b>Способность</b> адаптироваться к новым ситуациям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности в понимании сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области.	Требования ФГОС (ОК-1,2, ПК-19) Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	<b>Способность</b> использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом; эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей; в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-2, ПК-12,13,16-18,12,22) Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
Р4	<b>Способность</b> к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности в областях контроля качества продукции предприятий измерительной техники и точного приборостроения; приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности умения непосредственно не связанных со сферой деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1,2, ОПК-2, ПК-10,19) Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
Р5	<b>Умение</b> использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности при разработке средств измерения и контроля, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования в приборостроении.	Требования ФГОС (ОК-1, ПК-5-7), Критерий 5 АИОР (п.1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
Р6	<b>Умение</b> профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы в соответствии с целями магистерской программы, организовывать технологическую подготовку производства приборных систем различного назначения и принципа действия, разрабатывать и внедрять новые технологические процессы с использованием гибких САПР и оценивать их экономическую эффективность и инновационные риски при их внедрении.	Требования ФГОС (ОПК-3, ПК-5,6,8,20), Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
Р7	<b>Способность</b> проектировать приборные системы и технологические процессы с использованием средств САПР и опыта разработки конкурентоспособных изделий; осуществлять проектную деятельность в профессиональной сфере на основе системного подхода.	Требования ФГОС (ОК-1, ПК-5,10,13,22), Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
Р8	<b>Умение</b> разрабатывать методики проведения теоретических и экспериментальных исследований по анализу, синтезу и оптимизации методов измерения контроля и диагностики, используемых в приборостроении; способность разработать и проводить оптимизацию натуральных экспериментальных исследований приборных систем с учётом критериев надёжности;	Требования ФГОС (ОК-1, ПК-7,14,15) ПК-2,26,27,28) Критерий 5 АИОР (п.2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
	использовать результаты научно-исследовательской деятельности и пользоваться правами на объекты интеллектуальной собственности.	<i>FEANI</i>
P9	<b>Умение</b> организовывать современное метрологическое обеспечение технологических процессов производства приборных систем и разрабатывать новые методы контроля качества выпускаемой продукции и технологических процессов; решать экономические и организационные задачи технологической подготовки приборных систем и выбирать системы обеспечения экологической безопасности в производстве и при технологическом контроле.	Требования ФГОС (ОК-2, ПК-2,6,14,20) Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	<b>Способность</b> проектировать математические модели анализа и оптимизации объектов исследования, выбирать численные методы их моделирования или разработать новый алгоритм решения задачи; выбирать оптимальные методы и программы экспериментальных исследований и испытаний, проводить измерения с выбором современных технических средств и обработкой результатов измерений.	Требования ФГОС (ОК-1,2, ОПК-2, ПК-1,2,6,13) Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	<b>Способность</b> формулировать цели, определять задачи, выбирать методы исследования в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных и патентных и других источников; разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию на объекты приборостроения, а также осуществлять системные мероприятия по реализации разработанных проектов и программ; составлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам исследовательской деятельности	Требования ФГОС (ОПК-1,3, ПК-3,4,9,11) Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки (специальность) – Приборостроение  
Кафедра физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ФМПК ИНК

«15» сентября 2015 г.  
Суржиков А. П.

**ЗАДАНИЕ**  
на выполнение выпускной квалификационной работы

**В форме:**

Магистерской диссертации

**Студенту:**

Группа	ФИО
1БМ5Б	Солдатову Владимиру Сергеевичу

**Тема работы:**

**Устройство непрерывного мониторинга аритмии и внезапной сердечной смерти**

Утверждена приказом директора (дата, номер) от 15.12.2015 № 9728/с

Срок сдачи студентом выполненной работы: 15 июня 2017 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p style="text-align: center;"><b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является прибор для круглосуточного мониторинга ЭКГ, состоящий из измерительной части, платы обработчика, корпуса и модуля отображения данных. Использование данного прибора будет предназначено для постоянного контроля сердечного ритма людей.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор аналогов, разработка схемы платы сбора данных, разработка алгоритма и программы для платы сбора данных, проверка адекватности результатов измерения.</p>

<b>Перечень графического материала</b>	Приложение В – Диаграмма Гантта
--	---------------------------------

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
<b>Основная часть ВКР</b>	Лежнина Инна Алексеевна
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Николаенко Валентин Сергеевич
<b>Социальная ответственность</b>	Анищенко Юлия Владимировна
<b>Часть ВКР на английском языке</b>	Вебер Юлия Юрьевна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Обзор аналогичных разработок	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	15 сентября 2015 г.
---	---------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ФМПК	Лежнина Инна Алексеевна	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5Б	Солдатов Владимир Сергеевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 84 с., 61 рис., 4 табл., 11 источников, 3 прил.

Ключевые слова: монитор, ёмкостной электрод, электрокардиограмма, сердечный ритм, аритмия.

Объектом исследования является прибор для непрерывного мониторинга аритмии.

Цель работы – разработка прибора для непрерывного мониторинга аритмии.

В процессе исследования проводился обзор существующих аналогов, работы по разработке платы сбора данных, алгоритма работы и программного кода для разработанной платы, проверка адекватности измерения данных.

В результате исследования разработан работоспособный прототип устройства.

Степень внедрения: разработанное устройство готово к эксплуатации.

Область применения: мониторинг сердечного ритма.

Экономическая эффективность/значимость работы заключается в импортозамещении, разработке более дешевых аналогов устройства, а так же отсутствии рабочих аналогов..

В будущем планируется дальнейшая модернизация устройства, оптимизация программного кода, разработка приложения под AndroidOS.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.2.048–80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

СП 2.2.1.1312–03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.

СНиП 23–05–95 Естественное и искусственное освещение.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Электрокардиограмма:** Графическая запись, регистрирующая с помощью электрического прибора работу сердца, пульсацию сердечной мышцы.

**Электрод:** это изделие медицинского назначения, которое имеет непосредственный контакт с кожей для снятия электрического потенциала.

**Электрокардиограф:** Устройство, предназначенное для снятия электрокардиограммы.



## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Методы измерений.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Обзор аналогичных разработок .....</b>	<b>33</b>
<b>3. Создание браслета-монитора аритмии .....</b>	<b>38</b>
3.1 Введение.....	38
3.2 Макет для выявления точек .....	39
3.3 Опыты с выбором точек съёма .....	41
3.4 Планируемый прибор .....	46
3.5 Первичный макет устройства .....	48
3.6 Эксперимент .....	49
3.7 Текущий прототип .....	51
3.8 Тестирование прототипа .....	53
<b>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....</b>	<b>55</b>
4.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	55
4.2 Определение трудоёмкости выполнения работ .....	56
4.3 Разработка графика проведения исследования.....	57
4.4 Расчёт материальных затрат .....	58
4.5 Анализ конкурентоспособности разработки.....	58
4.6 Заключение по разделу .....	61
<b>5. Социальная ответственность .....</b>	<b>63</b>
5.1 Производственная безопасность .....	63
5.2 Экологическая безопасность.....	67

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	68
6.4 Правовые и организационные вопросы .....	69
Заключение .....	71
Приложение А .....	75
Приложение Б.....	86
Приложение В.....	87

## **ВВЕДЕНИЕ**

17 миллионов смертей в год приходится на сердечно-сосудистые заболевания. 50% из них происходит из-за внезапной сердечной смерти, 80% которых начинается с аритмии. Выживаемость от внезапной сердечной смерти не более 1%. Сердечно-сосудистые заболевания могут протекать бессимптомно, человек может находиться в группе риска и даже не подозревать о наличии нарушений.

Как возможное решение, существуют различные фитнес-трекеры и пульсометры, но они не позволяют снимать ЭКГ, в результате чего невозможно определить характер аритмии. Большинство пульсометров не адаптировано под медицинское применение.

Для решения этой проблемы могут, использованы мониторы Холтера. Но ЭКГ Холтеры назначаются человеку уже после обращения пациента в больницу, а учитывая, что на ранних стадиях заболевания, аритмия проявляется спонтанно, Холтер при суточной записи может не зафиксировать приступ аритмии.

Поэтому, для того чтобы диагностировать аритмию нужен именно непрерывный мониторинг. К устройствам непрерывного мониторинга относятся фитнес-трекеры и пульсометры, но главный недостаток этих приборов в том, что они имеют низкую точность из-за особенностей датчиков этих приборов. Кроме того, они не измеряют ЭКГ, а характер аритмии определяется именно по нарушению нормальной последовательности зубцов ЭКГ.

Качества разработки - возможность постоянного снятия ЭКГ, измерения ЭКГ без помощи специалистов, предварительной подготовки и дополнительных датчиков. За счет этого появляется возможность обнаружить и зафиксировать хаотично проявляющуюся аритмию, а конструкция корпуса обеспечивает простоту применения и корректность наложения электродов.

# 1 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

## 1.1 Методы снятия ЭКГ

Электрокардиография является одним из самых востребованных инструментальных методов исследования.

И это не удивительно, ведь с помощью ЭКГ можно диагностировать практически любую кардиологическую патологию, а заболевания сердца являются одной из самых актуальных проблем современной медицины.

Для выполнения электрокардиологического исследования нужно иметь в своем распоряжении современный ЭКГ-аппарат (электрокардиограф), который позволяет регистрировать малейшие электрические потенциалы, возникающие в клетках сердечной мышцы. Для лучшего понимания сути метода необходимо ознакомиться с основными составляющими данного аппарата.



Рисунок 1 – ЭКГ аппарат

Итак, основными частями электрокардиографа являются:

- воспринимающие устройства, медицинские электроды, которые позволяют снимать электрические импульсы с разных частей человеческого тела и передавать их далее на аппарат;
- универсальный усилитель, без которого невозможно произвести запись потенциалов (электрические потенциалы, возникающие в кардиомиоцитах, крайне малы и для их регистрации необходимо усиление);

- встроенный медицинский гальванометр, позволяющий анализировать частоту получаемого напряжения;

- устройство для фиксации рулона бумаги, а также сама бумага, на которую будут фиксироваться электрические потенциалы в виде электрокардиографической кривой;

- блок питания (может быть съёмным или встроенным).

Электрокардиографы, представленные на современном рынке медицинского оборудования, классифицируют по следующим признакам:

- по возможности одновременной регистрации данных, получаемых с нескольких отведений – одноканальные и многоканальные;

- по возможности автоматической обработки получаемых результатов – неавтоматические, полуавтоматические и автоматические;

- по возможным условиям эксплуатации: стационарные, полустационарные, мобильные (переносные).

Техника снятия ЭКГ подразумевает необходимость контакта пациента с одной из частей электрокардиографа – с электродами.



Рисунок 2 – Результаты ЭКГ

Именно этот составной элемент обычно вызывает наибольшее количество вопросов у пациентов. И это вполне обосновано, ведь правильная постановка электродов является залогом корректного снятия показателей электрической активности сердца.

Современный ЭКГ-аппарат включает 10 стандартных электродов, которые снимают потенциалы с разных участков тела пациента. Из них:

- 4 фиксируются на верхних и нижних конечностях (по 1 электроду на каждую конечность);
- оставшиеся 6 фиксируются на определенных точках грудной клетки.

Старые модели электрокардиографов производили запись с использованием 5-ти электродов, 4 из которых располагались на конечностях, а 1 – на грудной клетке.



Рисунок 3 – процесс снятия ЭКГ

При этом электрод на грудной клетке последовательно перемещали из одной точки в другую.

Для того чтобы корректно улавливать электрические импульсы, исходящие из сердца, важно правильно расположить электроды на теле пациента. Перед постановкой датчиков желательно также соблюдать следующие два правила.

1. Перед процедурой нужно очистить кожные покровы от загрязнений и волос в местах предполагаемого контакта с электродами.

Также необходимо произвести обезжиривание кожи, что позволит улучшить контакт с кожей.

2. На электроды нужно нанести специальный проводниковый гель или же пасту.

Это улучшит проводимость и повысит достоверность получаемых результатов, устраняя всевозможные шумы и помехи.

Далее можно приступить к непосредственной установке. Здесь важно соблюдать четкий алгоритм действий. В первую очередь нужно разобраться с электродами для стандартных отведений (I, II, и III), которые маркированы определенными цветами.

Правой руке соответствует красный электрод, левой руке – желтый, правой ноге – черный и левой ноге – зеленый. Каждый электрод фиксируется на соответствующей конечности и только после этого приступают к наложению электродов для грудных отведений (V1, V2, V3, V4, V5 и V6).

При постановке электродов для грудных отведений также важно соблюдать установленный порядок действий. Правила последовательности таковы:

- электрод, соответствующий V1, располагается на уровне четвертого межреберного промежутка по правую сторону от грудины;
- электрод, соответствующий V2, также располагается на уровне четвертого межреберного промежутка, но уже по левую сторону от грудины;
- далее следует постановка электрода, соответствующего V4, которую производят в пятом межреберном промежутке слева по среднеключичной линии;
- только после этого располагают электрод, соответствующий V3, на середине расстояния между точками V2 и V4;
- электрод, соответствующий V5, устанавливают в пятом межреберном промежутке по передней подмышечной линии;
- и последний электрод, соответствующий V6, размещают также на уровне пятого межреберья, но уже по средней подмышечной линии.



Рисунок 4 – расположение электродов

Многие считают, что процедура снятия ЭКГ – это простая манипуляция, не требующая какой-либо подготовки. Но на самом деле имеется ряд рекомендаций, соблюдение которых крайне важно для получения корректных результатов исследования. Эти рекомендации представлены для вас ниже.

1. Накануне, а также в день процедуры рекомендуется хорошо выспаться, избегать возможных стрессовых ситуаций.

2. В день процедуры рекомендуется легкий завтрак.

3. Не рекомендуется прием пищи менее чем за два часа до проведения планируемой процедуры.

4. В день исследования настоятельно не рекомендуется употреблять вещества, влияющие на работу сердца (крепкий чай, кофе, энергетические напитки, сюда же относят прием алкоголя и курение).

5. По возможности нужно уменьшить количество средств личной гигиены, наносимых на кожу верхних и нижних конечностей, а также грудной клетки, поскольку они могут создавать жировую пленку, ухудшающую проводимость.

Во время самой процедуры нужно постараться максимально расслабиться.

Другим важным аспектом является температура помещения, в котором проводится ЭКГ.

Помещение должно быть теплым и комфортным, ведь возможная физиологическая дрожь непременно отразится на полученных результатах исследования.

Интерпретация результатов ЭКГ может занять несколько минут, а может потребовать от врача консультации с коллегами и занять несколько часов. Все зависит от сложности выявляемой патологии. Возможна также комбинация нескольких кардиологических синдромов, что всегда затрудняет диагностический поиск. Но можно выделить несколько основных моментов, анализируя которые, врач имеет возможность довольно быстро оценить ЭКГ и поставить диагноз, касающийся наиболее распространенных кардиологических патологий. Данный алгоритм представлен ниже.



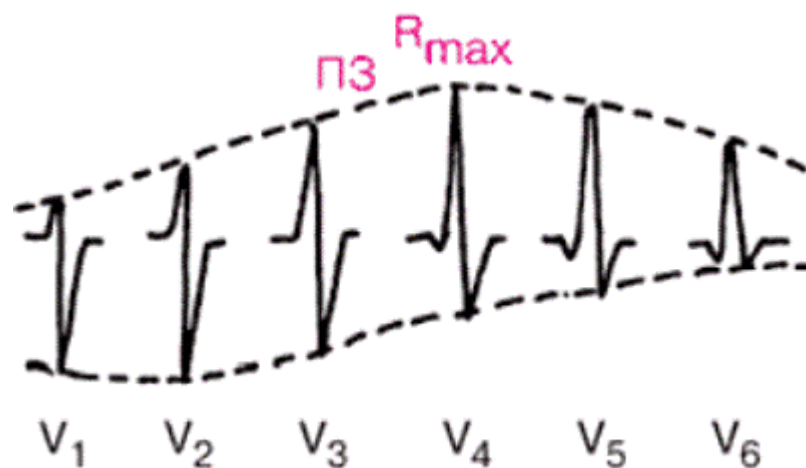


Рисунок 5 – ЭКГ сигнал

- Анализ количества комплексов QRS, который позволяет судить о частоте сердечных сокращений.
- Если количество желудочковых комплексов меньше, чем 60 в минуту, то можно говорить о брадикардии.
- Если же количество желудочковых комплексов находится в пределах 65–105 в минуту, то это свидетельствует о нормальной частоте сердечных сокращений.
- Если полученный показатель превышает цифру 105 в минуту, то речь идет о тахикардии.

#### Анализ регулярности сердечного ритма:

- Нужно проанализировать регулярность комплексов QRS на предмет возможных прерываний или же замещений другими вариантами ЭКГ-кривой (например, на предмет вставочных экстрасистол).
- Анализ сократительной активности предсердий, который на ЭКГ отмечен зубцом P.
- Норме соответствует положительный зубец P в первом и во втором стандартных отведениях (I и II), в отведении aVF, а также негативный зубец P в отведении aVR. При отсутствии зубца P нужно думать о том, что произошла смена водителя ритма.
- Кроме того, можно увидеть аномальную сократительную активность предсердий. Она может быть представлена волнами трепетания «F» или волнами мерцания (фибрилляции) «f».

### Анализ ширины желудочкового комплекса QRS:

- Узкий комплекс указывает на правильный синусовый ритм, в отдельных случаях – на суправентрикулярный ритм.
- Широкий комплекс указывает на проблему в проводящей системе сердца. Обычно это блокады, развивающиеся на различных уровнях.

### Основные признаки инфаркта миокарда на ранних стадиях:

- Элевация сегмента ST выше изолинии более чем на 0,2мм, регистрируемая в нескольких отведениях.
- Патологический зубец Q, выявляемый во всех стандартных отведениях.
- Изменение электрической оси сердца (обычно в левую сторону).
- Дискордантное смещение сегмента ST ниже изолинии в тех отведениях, которые находятся в противоположной стороне от инфаркта.
- Отрицательный зубец T, выявляемый в тех отведениях, которые находятся непосредственно над патологическим очагом.

Последний пункт был добавлен ввиду актуальности инфаркта миокарда на сегодняшний день.

## 2 ОБЗОР АНАЛОГИЧНЫХ РАЗРАБОТОК

Компания AliveCor продемонстрировала прибор, работающий вместе с телефоном Iphone и позволяющий снимать ЭКГ [2]. Это мобильное устройство дает возможность получить ЭКГ с ограниченного количества отведений (1-3) в любых условиях и передавать данные через интернет лечащему врачу. AliveCor разработала и внедрила оборудование, предназначенное для животных. В настоящее время проходят клинические испытания системы для людей. Прибор представляет собой чехол со специальными датчиками, который надевается на телефон, к телу прикрепляются электроды, и человек получает возможность сделать анализ ЭКГ (рисунок 30).

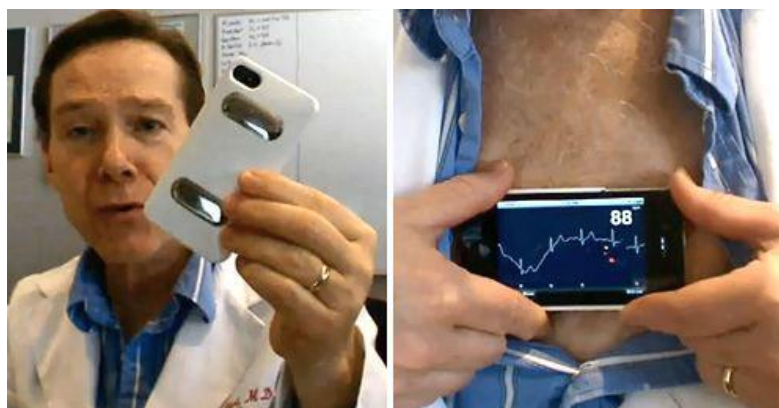


Рисунок 30 - ЭКГ чехол

IMEC, Бельгийский/Нидерландский исследовательский центр нанoeлектроники и нанотехнологий, разработал нечто, что можно описать как «беспроводной, гибкий и растягиваемый» ЭКГ пластырь для комфортного и продолжительного кардиомониторинга [3]. ЭКГ пластырь - система, выполненная на гибкой плате. Он покрывает любой изгиб тела. Место ношения можно выбрать максимально удобное для человека. Таким образом, он может использоваться в движении в повседневной жизни,

открывая новые возможности в борьбе с сердечно-сосудистыми заболеваниями. А размещённый на руке или ноге, он может измерять мышечную активность. ЭКГ пластырь (рисунок 31) имеет коммерческий процессор, позволяющий локальную цифровую обработку сигналов, 2,4ГГц радиоканал и миниатюрный перезаряжаемый литий-ионный аккумулятор.

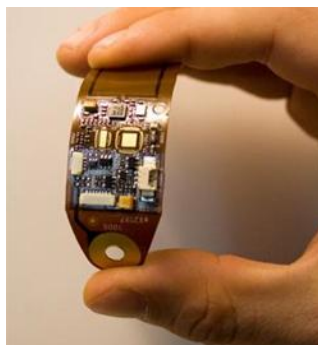


Рисунок 31 - ЭКГ пластырь

Другой проект – носимая мониторинговая система основных жизненных показателей [4]. Система выполнена в виде повседневной носимой одежды, в которую встроено множество датчиков. Система включает в себя датчики температуры, влажности, для дистанционного мониторинга, устройство кодирования данных, сенсорный интерфейс, микроконтроллер, радиопередатчик с частотной модуляцией и аналогово-цифровой преобразователь. Так же система снимает ЭКГ в двух проекциях. Для определения биохимических составляющих здоровья, таких как глюкоза или газ крови, разрабатывается дешёвая одноразовая пластиковая встроенная в чип лаборатория. Такой биочип содержит множество обобщённых биосенсоров для определения большого множества параметров. Имеется возможность отправлять снимаемые данные на компьютер. Пример «умной одежды» показан на рисунке 32.

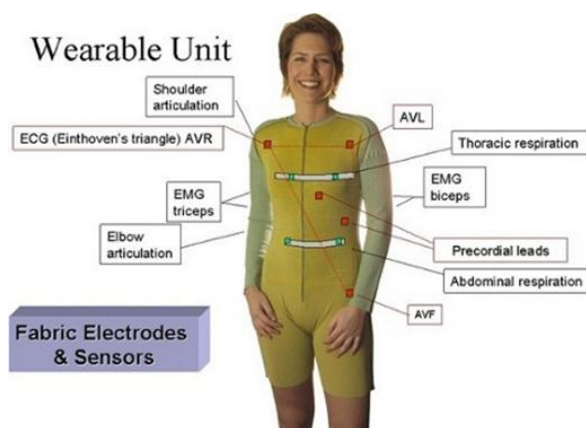


Рисунок 32 - Умная одежда

Холст Центр, Голландия, разработал миниатюрную портативную систему, которая позволяет следить за пульсом и снимать ЭКГ в повседневных условиях [5]. Отличительными особенностями этой системы являются низкое энергопотребление и простота в использовании. Датчики выполнены на гибких платах и объединены в одну цепь. Они прикрепляются к груди (рисунок 33). ЭКГ снимается в двух проекциях. Данные с датчиков передаются через блютуз на смартфон пользователя, на который предварительно установлено специальное программное обеспечение. ЭКГ можно как просто наблюдать в реальном времени, так и сохранить.



Рисунок 33 - Портативная ЭКГ система

Крайне низкое энергопотребление позволяет работать в течение месяца без перерыва. При этом система имеет литий-полимерный аккумулятор, ёмкость которого составляет 400 мАч.

Инженеры университета Иллинойса продемонстрировали тонкий, мягкий приклеивающийся электронный пластырь для мониторинга здоровья

[6]. Данный пластырь (рисунок 34) растягивается и двигается вместе с кожей. Он основан на электронике, доступной на широком рынке, и предназначен для дистанционного мониторинга здоровья. Пластырь клеится на кожу как временная татуировка. Уникальная микрофлюидная конструкция позволяет пластырю сгибаться и разгибаться без опасности повредить электронную начинку.

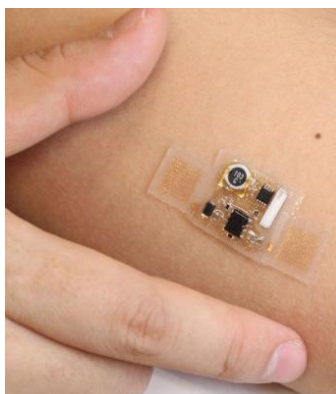


Рисунок 34 - Приклеивающийся электронный пластырь

Пластырь предназначен для повседневного применения для дистанционного мониторинга здоровья и отправки данных на компьютер или сотовый телефон. Пластырь так же позволяет снимать ЭКГ и ЭЭГ, что обычно делают лишь в больницах. При этом не требуется дополнительных устройств.

Интересная российская разработка – Кардиовизор. Прибор не только снимает ЭКГ (6 отведений от конечностей или 12 стандартных отведений), но и позволяет прогнозировать сердечно-сосудистую патологию по микроальтернациям. Уже сегодня Кардиовизор (рисунок 35) широко используется во многих медицинских учреждениях, его берут на вооружение частные лечащие врачи. Основным его достоинством служит мобильность. У прибора есть дешевая модификация, которую можно использовать в домашних условиях.

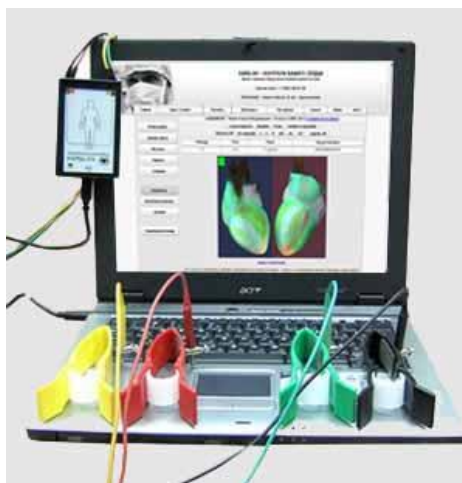


Рисунок 35 - Кардиовизор

С помощью специального сервиса каждый человек получает возможность следить за состоянием своего сердца, получает понятный даже не специалисту результат обследования, по которому можно судить, стоит ли обращаться к врачу или нет. Лечащий врач имеет возможность сразу узнать о пройденном обследовании и дать рекомендации пациенту.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1БМ5Б	Солдатову Владимиру Сергеевичу

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Точное приборостроение</b>
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Приборостроение

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Информационные, материальные и человеческие ресурсы: Финансовые ресурсы 5000 руб.; Человеческие ресурсы 3 чел.; Работа с информацией.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Определение трудоёмкости работ;	<b>Разработка графика проведения исследования;</b>
2. Определение конкурентоспособности персонального браслета-монитора аритмии;	Построение оценочной карты конкурентоспособности;
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. Диаграмма Ганта;	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Николаенко В.С.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1БМ5Б	Солдатов Владимир Сергеевич		



## 4                                  ФИНАНСОВЫЙ                                  МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### **Введение**

Целью данного раздела является рассмотрение устройства непрерывного мониторинга аритмии и внезапной сердечной смерти с экономической точки зрения.

Необходимо решить следующие задачи:

- структура работ в рамках научного исследования;
- определение трудоемкости выполнения работ;
- разработка графика проведения исследования;
- расчет материальных затрат;
- анализ конкурентоспособности прибора.

### **4.1 Структура работ в рамках научного исследования**

При планировании данного комплекса работ необходимо: определить структуру работы в рамках научного исследования; определить участников работы; установить продолжительность работ.

При выполнении научного исследования задействованы 2 человека. Студент анализирует и проводит исследование. Профессор кафедры является научным руководителем. Он консультирует студента по теме научного исследования.

В таблице 1 приведено распределение работ и исполнителей научного исследования.

Таблица 1 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Проведение исследований патентов	Студент
	4	Выбор направления исследований	Студент, Научный руководитель
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент, Научный руководитель
Теоретическое исследование	6	Изучение различных патологий сердца	Студент
	7	Изучение методов измерения ЭКГ	Студент
	8	Изучение видов датчиков	Студент
Экспериментальное исследование	9	Сборка измерительного макета	Студент, Научный руководитель
	10	Определение точек съёма ЭКГ высокого качества	Студент
	11	Разработка нового измерительного прототипа устройства	Студент

#### 4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Важным аспектом любых исследовательских работ является трудоемкость их выполнения. Трудоемкость это вероятностная оценка стоимости исследований. Она оценивается в человеко-днях. Чтобы рассчитать трудоемкость работ, применяют формулу:

$$t_{ожi} = \frac{3*t_{mini}+2*t_{maxi}}{5}, \quad (1)$$

где  $t_{mini}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы;

$t_{maxi}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы;

$t_{ожi}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы (человек-день).

С помощью ожидаемой трудоемкости можно определить продолжительность каждой работы (оценивается в рабочих днях  $T_p$ ).

Формула для расчета продолжительности работы:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где  $t_{ожi}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы (человек-день);

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одну и тоже работу (человек);

$T_{pi}$ - продолжительность работы(рабочие дни).

### **4.3 Разработка графика проведения исследования**

Наиболее наглядным и удобным графиком выполнения исследовательской работы является ленточный график, в виде диаграммы Ганта. На данном графике отображаются даты начала и окончания написания работы. Для удобства длительность каждого этапа переводится в календарные дни.

В приложении В приведена длительность и этапы выполнения исследовательской работы (диаграмма Ганта).

#### 4.4 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат состоит из затрат на комплектующие для разработки измерителя и прочие расходы (таблица 2). Прочие расходы включают в себя затраты на: бумагу, краску, интернет, кабели, металлическую опору и металлический держатель.

Таблица 2 - Материальные затраты на комплектующие

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб.
Микроконтроллер	шт.	1	500	500
Изготовление платы	шт.	1	1500	1500
Датчики	шт	2	1000	2000
Корпус	шт	1	1000	1500
<b>Итого</b>				<b>5000</b>

#### 4.5 Анализ конкурентоспособности разработки

Конкурентоспособность товара наиболее важная характеристика на рынке. Мониторинг сердца проводится в стационарных условиях, а аритмия проявляется хаотически – в случайное время в случайные дни. Поэтому, для уменьшения трудозатрат и повышения надежности контроля, разрабатывается устройство непрерывного мониторинга аритмии и внезапной сердечной смерти. Поэтому больные и врачи заинтересованы в данной разработке.

Конкурентоспособность данного измерителя во многом зависит от его характеристик, стоимости.

В таблице 3 приведена оценочная карта, по которой можно сказать о конкурентоспособности данного измерителя по сравнению с Холтеровским монитором.

Таблица 3 - Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		БМ	МХ	К <sub>БМ</sub>	К <sub>МХ</sub>
1	2	3	4	5	6
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
Повышение производительности труда пользователя	0,06	5	3	0,3	0,18
Удобство в эксплуатации	0,07	5	3	0,35	0,21
Помехоустойчивость	0,02	4	4	0,08	0,08
Энергоэкономичность	0,06	4	3	0,24	0,18
Надежность	0,1	5	4	0,5	0,4
Безопасность	0,05	5	5	0,25	0,25
Запоминание результатов измерения	0,05	4	5	0,2	0,25
Функциональная мощность (представляемые возможности)	0,06	5	5	0,3	0,3

Продолжение таблицы 3

Простота эксплуатации	0,06	5	4	0,3	0,24
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	5	5	0,25	0,25
Возможность подключения к ПК	0,03	5	5	0,15	0,15
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>					
Конкурентоспособность	0,04	5	4	0,2	0,16
Уровень проникновения на рынок	0,04	3	4	0,12	0,16
Цена	0,15	4	4	0,6	0,6
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	0,5	0,5
Послепродажное обслуживание	0,06	5	5	0,3	0,3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>74</b>	<b>67</b>	<b>4,64</b>	<b>4,21</b>

БМ - Устройство непрерывного мониторинга аритмии и внезапной сердечной смерти, МХ – Монитор Холтера.

Конкурентоспособность определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (3)$$

где  $K$  – конкурентоспособность измерителя;

$V_i$  – вес показателя (оценивается в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

По результатам оценки конкурентоспособности, можно сказать, что бесконтактный измеритель технически и экономически конкурентоспособен.

#### **4.6 Заключение по разделу “Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение”**

В данном разделе была определена структура работ, из которой видно, что основными исполнителями исследования являются студент и его научный руководитель. Также была построена диаграмма Ганта, из которой видно, что исследование продолжалось с сентября 2015 года по май 2017 года, и на ней показано распределение участия в исследовании исполнителей (студент и научный руководитель). Основное время разработки измерителя заняла экспериментальная часть, что также отражается в диаграмме Ганта. Далее были рассчитаны материальные и человеческие затраты, по результатам которых можно сказать, что основные материальные затраты ушли на составляющие измерителя. Также была определена конкурентоспособность прибора, в результате чего, можно сделать вывод, что по техническим и экономическим показателям, а также из-за отсутствия непрерывно измеряющих аналогов, он конкурентоспособен. Это в очередной раз подтверждает актуальность выбора темы диссертации.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1БМ5Б	Солдатову Владимиру Сергеевичу

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФМПК</b>
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	12.04.01 Приборостроение

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является персональный браслет-монитор аритмии для контроля сердечного ритма. Применение прибора планируется на теле человека.
--	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	Измерения проводятся в лаборатории, где могут быть такие вредные факторы как: недостаточная освещённость и повышенный уровень электромагнитных излучений; такие опасные факторы как: поражение электрическим током.
<b>2. Экологическая безопасность</b>	При разработке прибора остаются излишки материала.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	Возможно возникновение пожара.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	Рациональная планировка рабочей зоны, требования к основным элементам рабочего места: рабочий стол, рабочий стул, объект контроля.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1БМ5Б	Солдатов Владимир Сергеевич		



## 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### Введение

Сущность выполняемой научно-исследовательской работы заключается в том, чтобы разработать браслет-монитор аритмии, который будет производить контроль сердечного ритма человека.

Прибор планируется применять в повседневной жизни. Пользователями устройства будут люди любых категорий.

### 5.1 Производственная безопасность

#### 5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований и эксплуатации

Таблица 4 - Опасные и вредные факторы при проведении исследований

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Программирование прибора и сборка корпуса;	Недостаточная освещенность рабочей зоны;	Электрический ток.	1.ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ 2. ГОСТ Р 55710-20135
2) Подключение к телефону;	Повышенный уровень электромагнитных излучений		СанПиН 2.2.4.1191-03
3) Выполнение измерений;	Повышенный уровень электромагнитных излучений		СанПиН 2.2.4.1191-03

## **5.1.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.**

### **5.1.2.1 Мероприятия по электробезопасности**

Электробезопасность в лаборатории должна обеспечиваться следующими мероприятиями:

для защиты от напряжения прикосновения все токоведущие части должны быть изолированы; запрещается использовать кабели и провода с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией; неизолированные токоведущие части должны быть оборудованы защитными ограждениями или расположены в недоступном для прикосновения месте; запрещается пользоваться поврежденными розетками, распределительными коробками, рубильниками и другими электроустановочными приборами; устройство и эксплуатация временных электросетей не допускается;

для защиты от поражения электрическим током путем возникновения потенциала на проводящих корпусах электроприборов необходимо наличие защитного заземления; согласно ПУЭ сопротивление заземляющего устройства в любое время года должно быть не более 4 Ом, при этом сечение заземляющей жилы должно быть не менее 4 мм<sup>2</sup> для медных проводников, не менее 6 мм<sup>2</sup> – для алюминиевых и не менее 20 мм<sup>2</sup> – для стальных;

для защиты от токов короткого замыкания необходимо наличие быстродействующих устройств защиты; электрическая сеть должна иметь защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую по возможности наименьшее время отключения и требования селективности; в качестве аппаратов защиты должны применяться автоматические выключатели или предохранители.

При работе в лаборатории, с целью обеспечения электробезопасности пользователей компьютеров, должны выполняться следующие требования:

все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должны питаться от одной фазы электросети;

корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;

для аварийного отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный щит с автоматами защиты и общим рубильником;

все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны производиться при отключенном электропитании.

Каждому необходимо знать меры медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. Если после освобождения пострадавшего из-под напряжения он не дышит, или дыхание слабое, необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
- отчистить дыхательные пути;
- приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);
- в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.
- Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:
  - возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
  - появления запаха, характерного для горячей изоляции или пластмассы;
  - появления дыма или огня;
  - появления искрения;

- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

### **5.1.2.2 Мероприятия по выполнению норм естественного и искусственного освещения**

В соответствии с ГОСТ Р 55710-2013 в лабораториях и мастерских учебных заведений уровень освещенности должен составлять не менее 500 лк.

По СНиП 23-05-95 при такой освещенности рекомендуются следующие источники света:

Люминисцентные лампы;

Металлогалогеновые лампы;

Натриевые газоразрядные лампы.

В лаборатории, где производились работы общее освещение осуществляется светильниками ЛСП-02, что соответствует СНиП 23-05-95.

Размер объекта составляет 85x40x25мм.

### **5.1.2.3 Мероприятия по обеспечению электромагнитной безопасности**

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 оценка ЭМП ПЧ (50 Гц) осуществляется отдельно по напряженности электрического поля (Е) в кВ/м, напряженности магнитного поля (Н) в А/м или индукции магнитного поля (В), в мкТл. Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах

персонала дифференцированно в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле.

Существует несколько основных мероприятий по защите от электромагнитных излучений на рабочем месте:

- Экранирование (активное и пассивное; источника электромагнитного излучения или же объекта защиты; комплексное экранирование).
- Удаление источников из ближней зоны; из рабочей зоны.
- Конструктивное совершенствование оборудования с целью снижения используемых уровней ЭМП, общей потребляемой и излучаемой мощности оборудования.

## **5.2 Экологическая безопасность**

### **5.2.1 Анализ «жизненного цикла» объекта исследования**

Жизненный цикл прибора включает в себя следующие основные стадии:

1. *Предпроектная (начальная) стадия* включает анализ рынка, выбор объекта исследования, формирование стратегии проекта, инвестиционный анализ, оформление исходно-разрешительной документации, привлечение кредитных инвестиционных средств.

2. *Стадия проектирования* включает разработку структурной и функциональной схем, организацию финансирования, руководство проектированием.

3. *Стадия реализации* в ходе которой будет осуществляться полная сборка и отладка прибора.

4. *Стадия эксплуатации* объекта недвижимости предполагает обслуживание и ремонт прибора.

5. *Стадия утилизации* – полная ликвидация прибора.

## **5.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды**

В качестве мероприятий по защите окружающей среды от негативного воздействия объекта исследования может служить переработка отработанных материалов, для предотвращения их влияния на литосферу. Также для уменьшения влияния паров, образующихся при пайке металлов и сплавов, на атмосферу целесообразно будет установить в помещении, где производятся работы воздушные фильтры для очистки воздуха.

## **5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **5.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований, а также которые могут возникнуть при исследовании объекта**

К наиболее вероятным ЧС, которые может инициировать объект или которые могут возникнуть при исследовании объекта можно отнести электрическое замыкание и как следствие пожар.

При возгорании, возникновении пожара, необходимо отключить электроприбор от электросети (если это сделать невозможно, то необходимо отключить питающую сеть автоматическим или пакетным выключателем, или рубильником на лабораторном или силовом щите), вызвать пожарную команду и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения. Следует помнить, что для тушения пожара на установках, находящихся под напряжением, можно пользоваться только углекислотным или порошковыми огнетушителями. При сильном возгорании, пожаре необходимо срочно вызвать электрика и обесточить помещение, после чего для тушения пожара можно использовать пенные огнетушители и воду.

## **5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **5.4.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Компоновка рабочей зоны – это комплекс мероприятий, обеспечивающих рациональный трудовой процесс и эффективное использование средств и предметов труда.

В соответствии с ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя или стоя, или в положениях и сидя, и стоя. При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- Физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ (требуемая точность действий, характер чередования по времени пассивного наблюдения и физических действий, необходимость ведения записей и др.).

Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78

Рациональная организация рабочего места осуществляется с учетом требований производственной санитарии и требований ГОСТ Системы стандартов безопасности труда (ССБТ). При этом необходимо обеспечить: правильную планировку рабочего места и рациональное оснащение его соответствующим современным оборудованием и оргтехоснасткой; оптимальное пространственное расположение материальных средств производства и правильное его обслуживание, а также рациональную цветовую окраску оборудования и приспособлений и нормированное освещение.

Планировка рабочего места должна предусматривать:

а) возможность выполнения рациональных движений, необходимых для осуществления трудового процесса;

б) наиболее экономное использование производственных площадей и сокращение путей транспортировки материалов;

в) рациональное расположение оборудования и оснастки в соответствии с последовательностью технологического процесса, возможность экономных движений оператора (станочника) для осуществления трудового процесса и его безопасность.

При разработке планировки должны быть учтены общие антропометрические и физиологические данные человека.



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной работе подробно рассмотрены ёмкостные датчики. Испытание их на возможность снятия ЭКГ и их эффективность в выявлении различных патологий, таких как пируэтная тахикардия.

Описаны различные опыты, способы повышения помехозащищённости и стабилизации измерений.

Были собраны и запрограммированы несколько версий измерительных макетов и прототип прибора, проведены испытания по выявлению доступных точек снятия ЭКГ.

Новый прототип позволяет записывать и отображать на экране ЭКГ высокого качества. Модель имеет высокую точность, но имеет некоторые проблемы со стабильностью измерений, вызванные недостатками конструкции.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

- Young Engineers Summit. Название статьи «Браслет для персонального мониторинга аритмии» [7].
- Инженерия для освоения космоса. Название статьи «Device for continuously monitoring of health of cosmonauts (Устройство для непрерывного мониторинга здоровья космонавтов)» [8].
- Инженерия для освоения космоса. Название статьи «Разработка устройства для мониторинга аритмии и внезапной смерти» [9].
- Студенческий форум. Название статьи «Проект браслета-монитора аритмии» [10].
- Студенческий форум. Название статьи «Использование емкостных электродов в портативных ЭКГ устройствах» [11].

## Список использованных источников

1. PIC Ultra Low power ECG Sensor [Электронный ресурс] / URL: [http://www.mouser.com/ds/2/613/plesseysemiconductors\\_PS25205B-492421.pdf](http://www.mouser.com/ds/2/613/plesseysemiconductors_PS25205B-492421.pdf), свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения 13.05.2015.
2. Ростислав Ж. Медицинские технологии будущего [Электронный ресурс] / URL: <http://kardi.ru/ru/index/Article?&ViewType=view&Id=52>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения 7.03.2017 г.
3. Гене О. A Wireless ECG Patch [Электронный ресурс] / URL: [http://www.medgadget.com/2007/10/a\\_wireless\\_ecg\\_patch.html](http://www.medgadget.com/2007/10/a_wireless_ecg_patch.html), свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения 7.03.2017 г.
4. Харша Т. Wearable Body Vitals Monitoring Systems [Электронный ресурс] / URL: <http://www.xinoo.com/blog/wearable-body-vitals-monitoring-systems.html>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения 7.03.2017 г.
5. Камилия А. Listen to your heart [Электронный ресурс] / URL: <http://www.emdt.co.uk/article/listen-your-heart>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения 7.03.2017 г.
6. Джон Р. Stick-on electronic patches for health monitoring [Электронный ресурс] / URL: <http://www.kurzweilai.net/stick-on-electronic-patches-for-health-monitor>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения 7.03.2017 г.
7. Браслет для персонального мониторинга аритмии [Электронный ресурс] / URL: <http://techconf.tomsk.ru>. - Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения 7.03.2017 г.
8. Device for continuously monitoring of health of cosmonauts [Электронный ресурс] / URL: <http://portal.tpu.ru/science/konf/tomskspace>. - Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения 7.03.2017 г.
9. Разработка устройства для мониторинга аритмии и внезапной смерти [Электронный ресурс] / URL: <http://portal.tpu.ru/science/konf/tomskspace>. - Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения 7.03.2017 г.
10. Проект браслета-монитора аритмии [Электронный ресурс] / URL: <http://www.rae.ru>. - Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения 7.03.2017 г.
11. Использование емкостных электродов в портативных ЭКГ устройствах [Электронный ресурс] / URL: <http://www.rae.ru>. - Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения 7.03.2017 г.

## Приложение А

### Раздел 6 Wireless ECG monitors

---

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5Б	Солдатов Владимир Сергеевич		

Консультант кафедры ФМПК \_\_\_\_\_:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лежнина И.А.	К.т.н.		

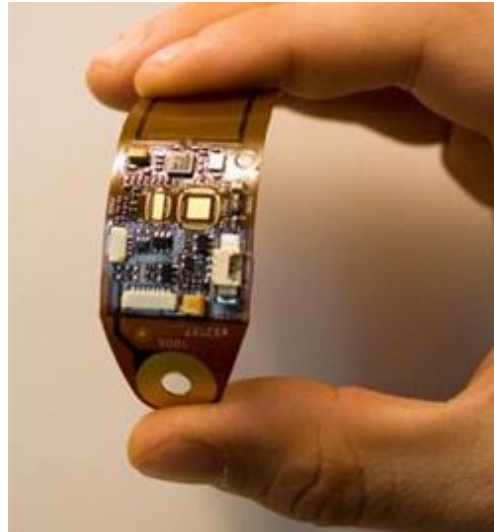
Консультант – лингвист кафедры ИЯ ФТИ \_\_\_\_\_:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вебер Ю.Ю.	К.п.н.		

## 6 REVIEWS OF SIMILAR DEVELOPMENTS

### 6.1 ECG patch

IMEC, a Belgium/Netherlands research center in nanoelectronics and nanotechnologies, has developed what it describes as a “wireless, flexible and stretchable” ECG patch for comfortable continuous cardiac monitoring.



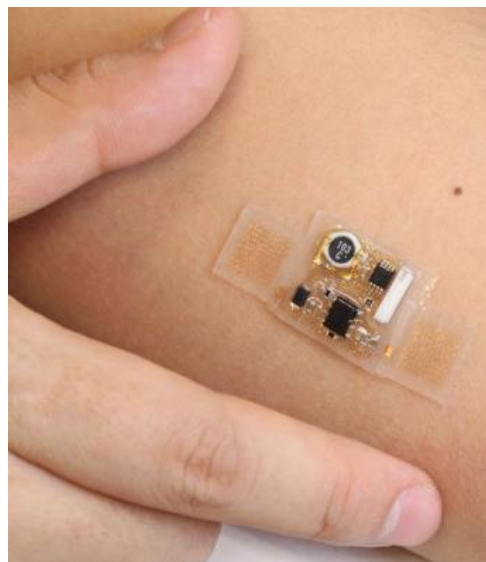
Picture 58 – ECG patch

The ECG patch is a hybrid system combining electronic assembly on a flexible Polyimide substrate and textile integration. This allows achieving flexibility and stretchability. Standard ECG electrodes are used for attachment to the body. The ECG patch can fit body curves and allows optimal, personalized, placement of the electrodes. It can therefore be used to monitor cardiac activity ‘on-the-move’ in daily-life conditions, thus opening new perspectives for cardiovascular disease management. Placed on the arm or on the leg, the same system can also be used to monitor muscle activity (EMG). The core of the wireless ECG patch consists of a miniaturized wireless sensor node integrated on a flexible, Polyimide, substrate. It integrates IMEC’s proprietary single-channel ultra-low-power biopotential ASIC for the monitoring of the ECG signal. It also includes a commercial microprocessor enabling local digital signal processing, a 2.4GHz radio link and a miniaturized rechargeable Lithium-ion battery. The battery is placed under the electronic components to ensure the local rigidity required for long-term functioning of the electronic components. In addition, the sensor node features a fork-antenna and a snap-on connector (for connection to the electrode). The total size of the flexible core part is 60x20mm<sup>2</sup>. Two additional snap-on connectors are coupled to the central part with short

conductive wires. The complete system is then integrated into textile to form the ECG patch. The use of very short wires and their integration into textile allows the minimization of an important source of artifacts due to wire movement. The wireless ECG patch can work in continuous monitoring mode, in which the ECG – or EMG – data is continuously transmitted to the receiver (sample frequency between 250 and 1000Hz). For cases in which only heart rate information is required, the heart rate can be computed locally on the node and then sent over-air to the receiver. This allows drastic reduction of the use of the radio and hence increases the autonomy of the system. The embedded miniaturized rechargeable battery offers a capacity of 175mAh, which allows for an optimal autonomy of the system varying from one day in continuous monitoring to several days for simple heart rate monitoring. The signal is sent to a receiver connected to a PC or to a data-logger for later download on a computer.

## **6.2 Stick-on electronic patches for health monitoring**

Engineers at the University of Illinois at Urbana-Champaign and Northwestern University have developed soft, thin stick-on patches that stretch and move with the skin, using commercially available, off-the-shelf chip-based electronics for sophisticated wireless health monitoring. The patches stick to the skin like a temporary tattoo and incorporate a unique microfluidic construction, with wires folded like origami to allow the patch to bend and flex without being constrained by the rigid electronics components.



Picture 59 - Stick-on electronic patch

The patches could wirelessly send updates to your cellphone or computer and could revolutionize clinical monitoring such as EKG and EEG testing — no bulky wires, pads, or tape needed. “We designed this device to monitor human

health 24/7, but without interfering with a person's daily activity," said Yonggang Huang, the Northwestern University professor who co-led the work with Illinois professor John A. Rogers. "It is as soft as human skin and can move with your body, but at the same time it has many different monitoring functions." The researchers did a side-by-side comparison with traditional EKG and EEG monitors and found the wireless patch performance equaled that of conventional sensors, while being significantly more comfortable for patients. That's crucial for long-term monitoring, situations such as stress tests or sleep studies when the outcome depends on the patient's ability to move and behave naturally, or for patients with fragile skin, such as premature newborns.

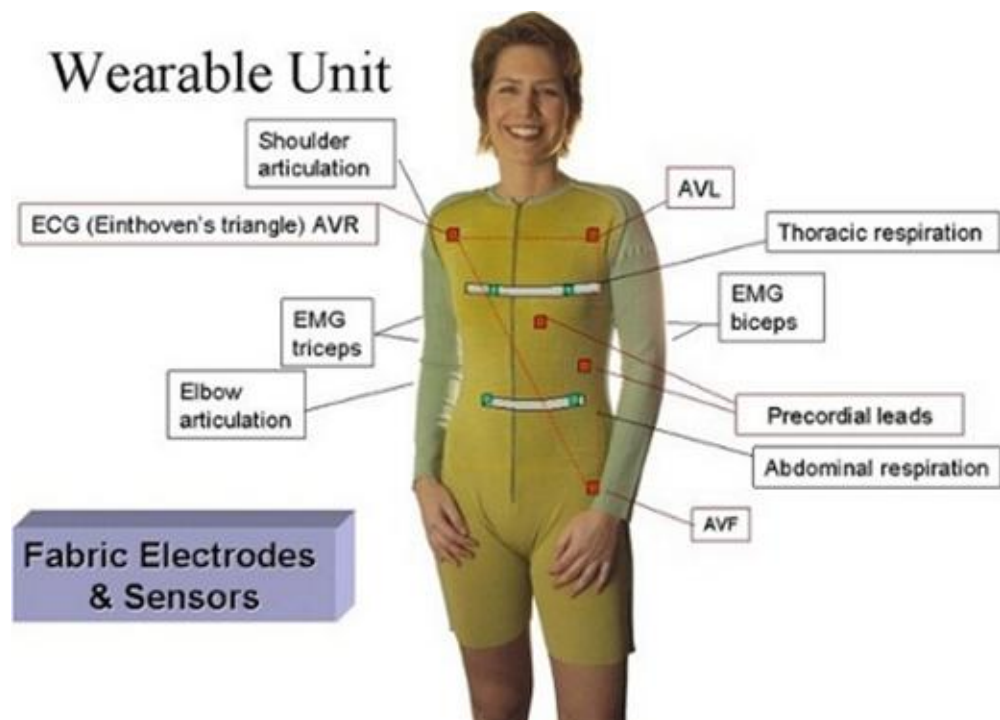
New concepts in microfluidics and origami interconnects enable compatibility with commercial off-the-shelf parts for accelerated development, reduced costs, and expanded options in device types.

The multi-university team turned to soft microfluidic designs to address the challenge of integrating relatively big, bulky chips with the soft, elastic base of the patch. The patch is constructed of a thin elastic envelope filled with fluid. The chip components are suspended on tiny raised support points, bonding them to the underlying patch but allowing the patch to stretch and move. One of the biggest engineering feats of the patch is the design of the tiny, squiggly wires connecting the electronics components, including radios, power inductors, and sensors. The serpentine-shaped wires are folded like origami, so that no matter which way the patch bends, twists or stretches, the wires can unfold in any direction to accommodate the motion. Since the wires stretch, the chips don't have to.

Skin-mounted devices could give those interested in fitness tracking a more complete and accurate picture of their activity level. "When you measure motion on a wristwatch type device, your body is not very accurately or reliably coupled to the device," said Rogers, a Swanlund Professor of Materials Science and Engineering at the U. of I. "Relative motion causes a lot of background noise. If you have these skin-mounted devices and an ability to locate them on multiple parts of the body, you can get a much deeper and richer set of information than would be possible with devices that are not well coupled with the skin." The researchers hope that their sophisticated, integrated sensing systems could also help identify problems before the patient may be aware. For example, according to Rogers, data analysis could detect motions associated with Parkinson's disease at its onset. The National Security Science and Engineering Faculty Fellowship of Energy, the Korean Foundation for International Cooperation of Science and Technology, and the Department of Energy supported

this work. Rogers directs the Frederick Seitz Materials Research Laboratory at Illinois and also is affiliated with the Beckman Institute for Advanced Science and Technology and the departments of chemistry, of mechanical science and engineering, of bioengineering and of electrical and computer engineering. Huang is the Joseph Cummings Professor of Civil and Environmental Engineering and Mechanical Engineering at Northwestern's McCormick School of Engineering and Applied Science.

When mounted on the skin, modern sensors, circuits, radios, and power supply systems have the potential to provide clinical-quality health monitoring capabilities for continuous use, beyond the confines of traditional hospital or laboratory facilities. The most well-developed component technologies are, however, broadly available only in hard, planar formats. As a result, existing options in system design are unable to effectively accommodate integration with the soft, textured, curvilinear, and time-dynamic surfaces of the skin. Here, we describe experimental and theoretical approaches for using ideas in soft microfluidics, structured adhesive surfaces, and controlled mechanical buckling to achieve ultralow modulus, highly stretchable systems that incorporate assemblies of high-modulus, rigid, state-of-the-art functional elements. The outcome is a thin, conformable device technology that can softly laminate onto the surface of the skin to enable advanced, multifunctional operation for physiological monitoring in a wireless mode.



Picture 60 – Wearable unit



CurvusThe US Food and Drug Administration (FDA) has granted 510(k) regulatory clearance to the Curvus Arrhythmia Monitoring Device (C-AD), a wireless-enabled and continuous tracker of real-time ECG readings. Curvus is a subsidiary of WPR Medical, which is based in Norway. C-AD will enter the market where a handful of other wireless cardiac monitoring companies are already playing: CardioNet, LifeWatch and the (recently FDA approved) Corventis Nuvant system among others. It's worth highlighting Curvus' Norwegian roots. Interestingly, other Norwegian companies and entities have made mHealth related news in recent months, most notably the The Norwegian Agency for Development Cooperation, Norad, announced a \$1 million grant to the mHealth Alliance last month. Norwegian mobile operator Telenor has also been actively piloting aging in place initiatives in the country.

Curvus' offering -- like other wireless ECG systems -- includes three components: The sensors, the receiving/transmitting device, and the backend analytics. The C-AD system uses a single-lead sensor with two electrodes and a mobile recorder that transmits via the unlicensed 2.4 GHz frequency. Curvus pitches the system as designed to facilitate "unencumbered cardiac monitoring of patients during the activities of daily living... because of its inconspicuous nature, the Curvus wireless solution also eliminates the stigma associated with wearing a Holter monitor." According to Curvus, the sensor can operate for 72 hours without any user interaction. The receiver is a handheld device that receives data streams from the sensors for "permanent storage and analysis of irregular events," according to the company. The device runs over GSM/GPRS networks like AT&T or T-Mobile USA or via Bluetooth or "a wireless network," (which likely means WiFi).

Curvus supports the monitor with a data analysis service that crunches ECG data using "clinically established arrhythmia parameters." Curvus originally began work on the system in 2003 when it created a prototype of the ECG sensor that demonstrated the device's wireless design principles. In 2006 the company began clinical trials with patients. In 2007 Curvus began the commercial design phase of C-AD, according to the company's corporate site. "We are thrilled that Curvus has achieved regulatory clearance and can now be commercialized in the US," Borge Bogaard, Chief Executive Officer of Curvus, stated in a press release. "Due to the rapidly increasing burden of atrial fibrillation worldwide, we believe that expanded monitoring and diagnosis of these cardiac events combined with the release of several new anticoagulant drugs, will make a major contribution to control the disastrous worldwide burden of stroke. With its 100 percent wireless design and ability to transmit clear, actionable data whether the patient is resting,

running a marathon or showering, we believe Curvus is well-positioned to expand monitoring broadly."

If you ever wondered about your heart health, you probably came across an ECG/EKG monitor and perhaps wondered how ECG testing or monitoring works. Here we offer a simple introduction to ECG monitoring, its benefits and the best way to get a medical grade ECG scan done.

ECG, also referred to as EKG, is the abbreviation of the word electrocardiogram – a heart test that tracks the electrical activity of your heart and records it on a moving paper or shows it as a moving line on a screen. An ECG scan is used to analyze the heart's rhythm and detect irregularities and other cardiac issues that might lead to serious health problems such as a stroke or heart attack. To get an ECG trace, an ECG monitor is needed to record it. As the electrical signals move through the heart, the ECG monitor records the strength and the timing of these signals in a graph called a P wave. Traditional monitors use patches and wires to attach electrodes to the body and communicate the ECG trace to a receiver. The length of an ECG test varies depending on the type of the test being performed. Sometimes it can take a few seconds or minutes. For longer, more continuous monitoring there are devices that can record your ECG for several days or even a week or two.

As traditional ECG recorders and holter monitors require intrusive skin preparation, professional fitting in the doctor's office plus the use of wires or patches, they are not easy or comfortable to wear long term. Qardio has designed the world's first ECG/EKG monitor that doesn't require wires and patches, can be used at home and is gentle to your skin. It works with your iPhone or iPad and is worn comfortably under your clothes the same way you would wear a fitness heart rate monitor.

Hospitals are familiar with 20/20 hindsight. When a patient dies on their watch, they investigate why and how it happened. In doing so, they can learn what steps could have been taken to prevent the death. Thousands of unmonitored hospital patients die each year due to dangerous heart rhythms or other unexpected cardiac events. Many of these incidents could have been avoided had monitoring equipment and staff been available. Now, an economical patient-monitoring system can provide hospitals with the 20/20 foresight they've long desired.

Continuous monitoring of patients can enable immediate detection and early treatment of abnormal heart rhythms or cardiac events—a concept Datascope Corp. (Montvale, NJ; [www.datascope.com](http://www.datascope.com)) knows something about from

manufacturing patient-monitoring and cardiac-assist devices. “We wondered whether the technology was available for us to develop a product which could expand the population of electronically monitored patients and thereby offer a device to clinicians to intervene quickly and improve the patient’s chance of survival,” says Gary Manning, director, NetGuard business, for Datascope. “There is published clinical data that report an estimated 25% of all in-hospital cardiac arrests occur in unmonitored patients. If the clinicians had expected these patients to have cardiac arrest, they would have likely been attached to an electronic monitor,” he adds.

Manufactured by Datascope, the MDEA-winning NetGuard system is a wireless ECG monitor that weighs less than 1 oz and communicates with a standard PC. When a dangerous rhythm is detected, individual monitors can send an alert to a PC at a nurse’s station. The nurse then views the ECG from the monitoring device on the PC and proceeds in accordance with hospital protocol, calling an emergency code, for example. As many as 50 patients equipped with wireless NetGuard units can be continuously monitored on one PC.

The cost of the system, including the reusable portion of the ECG monitor, is a fraction of the cost of conventional monitors, according to Datascope. Affordability was one of the manufacturer’s main goals in the design of the product.



Picture 61 – Chest ECG system

Part of the challenge of manufacturing this product—in addition to making the product cost-effective—was integrating Datascope’s prepackaged unit with the disposable portion of the device provided by Lead-Lok Inc. (Sandpoint, ID; [www.leadlok.com](http://www.leadlok.com)). Using a battery roughly the size of a quarter, silver/silver chloride electrodes, and a conductive adhesive, Lead-Lok engineered the circuitry that connected its single-use components to the manufacturer’s waterproof electronic telemetry unit. “It required that we do some hand connections and

manufacture the templates and tools to make it all work together,” says Jim Healy, Lead-Lok chairman of the board. “I think it’s going to be a great asset for the medical society and patients to be able to monitor their activity throughout the hospital in such a small, convenient package.”

Meeting Datascope’s size specifications caused a series of design concerns for plastic engineering provider Corex Design Group Inc. (Glen Rock, NJ). “Some of these issues included overmolding circuit boards, critical watertight seals, tight molding tolerances, [and the] ability to manufacture at a low cost,” says principal Mark Rosen.

Further design challenges were encountered by United Plastics Group Inc. in terms of maintaining aesthetics. The company assisted Datascope in the design of the plastic components and assembly. “We recommended things like sonic welding, plastic materials, pad-printing, and improvements in assembly,” says Robert Morton, UPG applications engineer. Stratos Product Development LLC contributed its wireless systems design expertise to Datascope’s unit as well. “Each of the vendors assisted in their own areas of expertise to make the product manufacturable,” adds Morton.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

```
#include "cdcard.h"
File myFile;
int t=50000;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.print("Initializing SD card...");
  // инициализация карты памяти

  pinMode(10, OUTPUT); //настройка пина
  if (!SD.begin(10)) {
    Serial.println("initialization failed!");
    return;
  }
  Serial.println("initialization done.");
  SD.open("test.txt", FILE_WRITE);
  // открываем файл
}
void loop()
{
  Serial.println(analogRead(0)); //снятие сигнала и запись в файл
  if (i==0) myFile.close();
  else t--;
}
```

## Приложение В Диаграмма Гантта

№ работ	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																			
				2015 год				2016 год												2017 год			
				9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	1	2	3	4	5	
1	Выбор и утверждение темы работы	С, НР	30	■																			
2	Изучение литературы	С	120		□	□	□	□															
3	Выбор метода измерения	С, НР	60, 30						□	□													
4	Исследование вихретокового датчика	С, НР	240, 60								□	□	□	□	□	□							
5	Разработка структурной схемы и программного обеспечения	С	120														□	□	□	□			
6	Заключение	С	30																	□			
7	Оформление работы	С, НР	30																	□			

■ – Научный руководитель (НР)

□ – Студент (С)

