

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное 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
Исследование влияния фильтров в электрокардиографической аппаратуре на корректность постановки диагноза

УДК 616.12-073.97-71-047.43

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5А	Вторушин Денис Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ПМЭ	Лежнина Инна Алексеевна	К.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Анищенко Юлия Владимировна	К.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК	Суржиков Анатолий Петрович	Д.ф-м.н., профессор		

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
P1	Способность 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	Способность 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	Способность 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>
P4	Способность 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, ОК-2, ПК-10,19) Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Умение 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>
P6	Умение 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>
P7	Способность 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>
P8	Умение разрабатывать методики проведения теоретических и экспериментальных исследований по анализу, синтезу и оптимизации методов измерения контроля и диагностики,	Требования ФГОС (ОК-1,ПК-7,14,15) ПК-2,26,27,28)

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
	используемых в приборостроении; способность разработать и проводить оптимизацию натуральных экспериментальных исследований приборных систем с учётом критериев надёжности; использовать результаты научно-исследовательской деятельности и пользоваться правами на объекты интеллектуальной собственности.	Критерий 5 АИОР (п.2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
Р9	Умение организовывать современное метрологическое обеспечение технологических процессов производства приборных систем и разрабатывать новые методы контроля качества выпускаемой продукции и технологические процессы; 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>
Р10	Способность 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>
Р11	Способность 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 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
 _____ Суржиков А.П.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ5А	Вторушину Денису Викторовичу

Тема работы:

Исследование влияния фильтров в электрокардиографической аппаратуре на корректность постановки диагноза

Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.12.2015, 10030/с
---	---------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p align="center">Исходные данные к работе</p> <p><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 являются фильтры применяемые в электрокардиографах</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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>К анализу подлежат: литература с целью выяснения достижений мировой науки в области исследования влияния фильтрации в электрокардиографической аппаратуре.</p>

Перечень графического материала	
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко Валентин Сергеевич
Социальная ответственность	Анищенко Юлия Владимировна
Часть ВКР на английском языке	Вебер Юлия Юрьевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Введение, Аналитический обзор	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лежнина Инна Алексеевна	К.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5А	Вторушин Денис Викторович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ5А	Вторушину Денису Викторовичу

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	500 640,9рубля
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Материалы, покупные изделия; 2. Специальное оборудование для научных работ; 3. Основная заработная плата; 4. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала; 5. Отчисления на социальные нужды; 6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями; 7. Накладные расходы.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Потенциальные потребители результатов исследования 2. Анализ конкурентных технических решений 3. SWOT-анализ 4. Оценка готовности проекта к коммерциализации
2. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Инициация проекта; 2. Планирование управления научно-техническим проектом: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Контрольные события проекта; 2.2. План проекта; 2.3. Бюджет научного исследования: <ol style="list-style-type: none"> 2.3.1. Расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты; 2.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ; 2.3.3. Расчет основной заработной платы исполнителей; 2.3.4. Расчет дополнительной заработной платы научно-производственного персонала; 2.3.5. Расчет отчислений на социальные нужды; 2.3.6. Расчет оплаты работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями; 2.3.7. Расчет накладных расходов.
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка абсолютной эффективности исследования;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Матрица SWOT 2. Диаграмма Ганта НТИ

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5А	Вторушин Д.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ5А	Вторушину Денису Викторовичу

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Физических методов и приборов контроля качества
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования являются фильтры применяемые в электрокардиографах
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	Рабочий процесс проводится в научной лаборатории, где могут быть такие вредные факторы как: отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны. В ходе выполнения работы возможно поражение электрическим током.
2. Экологическая безопасность	Во время проведения исследования и по его окончании не существуют источников загрязнения окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Возможно возникновение пожара.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Допускаются к работе с устройством лица не моложе 18 лет, не имеющие противопоказаний по здоровью, прошедшие инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности. Рациональная планировка рабочей зоны, требования к основным элементам рабочего места: рабочий стол, рабочий стул.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5А	Вторушин Денис Викторович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа с 81, рис 47, табл 10, источников 20, прил 1.

Ключевые слова: электрокардиография, электрокардиограмма, фильтрация, фильтр высоких частот, фильтр низких частот, режекторный фильтр, полосовой фильтр, ишемическая болезнь сердца, аритмия сердца.

Объектом исследования является отфильтрованный электрокардиосигнал, характеризующий работу человеческого сердца.

Целью работы является исследовать и проанализировать влияние фильтров на корректность постановки диагноза, которые используются в настоящее время в электрокардиографической аппаратуре, оценить степень искажений и предложить решение данной проблемы.

В процессе исследования проводились: анализ литературы, изучение влияния помех на электрокардиографический сигнал, экспериментальные исследования фильтрации на корректность постановки диагноза.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2010, презентация выполнена в Microsoft Office PowerPoint 2010.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

выпускная квалификационная работа магистра (магистерская диссертация): Самостоятельная научная работа на соискание квалификации (степени) “магистр”, содержащая углубленные теоретические и экспериментально-практические исследования по определенной теме.

электрокардиография: метод графической регистрации разности потенциалов электрического поля сердца, возникающего при его деятельности.

электрокардиограмма: графическое представление разности потенциалов, возникающих в результате работы сердца.

фильтрация: выделение полезных компонентов сигнала или подавление нежелательных.

фильтр нижних частот: фильтр, эффективно пропускающий частотный спектр сигнала ниже некоторой частоты (частоты среза) и подавляющий частоты сигнала выше этой частоты.

фильтр верхних частот: фильтр, пропускающий высокие частоты входного сигнала, при этом подавляя частоты сигнала ниже частоты среза.

полосно-пропускающий фильтр: фильтр, который пропускает частоты, находящиеся в некоторой полосе частот.

Полосно-заграждающий фильтр (режекторный фильтр): фильтр, не пропускающий колебания некоторой определённой полосы частот, и пропускающий колебания с частотами, выходящими за пределы этой полосы.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ЭКГ – электрокардиограмма;

ЭКС – электрокардиографический сигнал;

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика;

ФНЧ – фильтр нижних частот;

ФВЧ – фильтр верхних частот;

ПФ – полосовой фильтр;

РФ – режекторный фильтр.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- 1) ГОСТ 12.0.003-2015 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
- 2) СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 3) СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
- 4) СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
- 5) ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 6) ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Изделия электротехнические.
- 7) ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения.

Оглавление

Введение	14
1. Аналитический обзор	16
1.1. Постановка проблемы	16
1.2. Виды помех, влияющие на электрокардиографический сигнал	17
1.3. Применение фильтрации в современных электрокардиографах	21
2. Постановка эксперимента	24
2.1 Исходные электрокардиографические сигналы	24
2.2 Моделирование в системе MatLAB	29
3. Исследование влияния фильтров на сигнал ЭКГ	30
3.1 Фильтрация сигнала ЭКГ здорового человека	30
3.2 Фильтрация сигнала ЭКГ с признаками аритмии	42
3.3 Фильтрация сигнала ЭКГ с признаками ишемической болезни сердца	51
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	60
5. Социальная ответственность	69
Заключение	79
Список используемых источников	80
Приложение А – Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке	82
CD-диск	В конверте на обложке

Введение

Патологии сердечно-сосудистой системы стоят на первом месте по заболеваемости среди населения. Сердце и сосуды легко подвергаются заболеванию и тяжело поддаются лечению. Чтобы вовремя обнаружить болезнь и провести правильное диагностирование, разработаны методы исследования сердечнососудистой системы.

Электрокардиография является самым доступным и распространенным методом диагностики сердечно-сосудистой системы. Данный метод основан на измерении потенциалов с кожной поверхности тела человека при помощи специальных медицинских электродов. Широкое применение в медицинской практике электрокардиография получила за счет высокой информативности и хорошей восприимчивости получаемых результатов для врачебного персонала в сочетании с минимальным воздействием на организм человека.

Биопотенциал сердца является слабым сигналом на фоне других сигналов, сопутствующих ему. Другие сигналы кроме электрокардиографического сигнала (ЭКС) являются помехами (артефактами). Основной проблемой проведения электрокардиологических исследований является выделение полезного сигнала на фоне помех и искажений. Сложность данной проблемы заключается в выборе фильтров для борьбы с конкретными типами артефактов и критериев оптимизации используемых алгоритмов. Существуют алгоритмы автоматического анализа электрокардиографического сигнала, но они не всегда справляются с помехами и шумом, следствием чего являются ложноположительные результаты в детектировании QRS-комплекса, которые приводят к погрешностям измерения параметров сигнала, ошибкам распознавания элементов и их границ, и к неправильным диагностическим заключениям.

Цель работы

Исследовать и проанализировать влияние фильтров на корректность постановки диагноза, которые используются в настоящее время в электрокардиографической аппаратуре, оценить степень искажений и предложить решение данной проблемы.

Основные задачи, решаемые в магистерской работе в связи с поставленной целью, являются следующие:

- 1 Анализ воздействия помех на электрокардиографический сигнал.
- 2 Поиск и анализ электрокардиографических сигналов здорового человека и с различными патологиями.
- 3 Моделирование в системе MATLAB фильтров, которые применяются в электрокардиографических системах.
- 4 Анализ влияния фильтров на корректность постановки диагноза, предложение рекомендаций по устранению их воздействия.

1 Аналитический обзор

1.1 Постановка проблемы

Клинические исследования сердечно-сосудистой системы основаны на анализе электрокардиограмм и изучении ряда других регистрируемых сигналов, иллюстрирующих биоэлектрическую активность сердца. Данный подход имеет ряд несомненных преимуществ таких как, относительную простоту, доступность, неинвазивность и высокую информативность.

Электрокардиографы — это аппараты, метод измерения которых основан на методике регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца. Использование электронного кардиографа относительно дешевый, но ценный способ электрофизиологической инструментальной диагностики в кардиологии.

Основной задачей электрокардиографа является визуализация электрокардиограммы — графического представления разности потенциалов, возникающих в результате работы сердца.

Фильтрация, какого либо сигнала уже подразумевает преднамеренное изменение этого сигнала с целью выделить из него полезную информацию.

Так как в стандарте на электрокардиографы не регламентируется набор фильтров для электрокардиографа, а также их характеристики в конкретной модели приборов, то в различных электрокардиографах используются различные виды фильтров, которые будут по-разному влиять на электрокардиографический сигнал. Именно различным влиянием фильтров на ЭКГ объясняется расхождение в показаниях различных электрокардиографов.

1.2 Виды помех, влияющие на электрокардиографический сигнал

Помехи, влияющие на электрокардиографический сигнал (ЭКС), делятся на аддитивные и мультипликативные.

Аддитивные помехи накладываются на полезный биосигнал. Они являются наибольшей составляющей погрешности при регистрации ЭКС [17].

Причины появления этих помех:

- Биоэлектрическая активность соседних органов;
- Неравенства поляризационных потенциалов электродов;
- Напряжение кожно-гальванического рефлекса;
- Магнитные поля, пронизывающие контур, образованный проводами [1, 18, 19].

Мультипликативные помехи изменяют параметр одного из элементов контура передачи сигнала, например, сопротивление, возникшее между электродом и кожей в результате высыхания прокладок, изменяет коэффициент передачи полезного сигнала [1].

Причины этих помех:

- Плохой контакт между отводящим электродом и телом больного или между заземляющим электродом и телом больного [20];
- Отсутствие заземления электрографической аппаратуры и оборудования.

Помехи, возникающие при получении ЭКГ, с точки зрения их проявления на электрокардиографическом сигнале [16]



Рисунок 1 – Помехи, возникающие при регистрации ЭКГ:

а – наводка, обусловленная мышечным тремором (видны неправильные частые колебания); б – дрейф изолинии в результате плохого контакта с кожей; в – наводные токи – сетевая помеха в виде правильных колебаний с частотой 50 Гц.

Также существуют случайные помехи, вносящие существенное влияние на точность регистрации ЭКС, например, помеха, возникающая в результате "шевеления" пациента во время снятия электрических потенциалов сердца. Наибольший интерес представляет сетевая помеховая составляющая, и способы уменьшения её влияния на ЭКС [3].

Сетевая помеха – это электромагнитная помеха, передаваемая техническому средству по проводам, соединяющим его с сетью электропитания. На амплитудном спектре сигнала кардиоотведения могут присутствовать гармоники сетевой помехи. В частности, спектральная составляющая на частоте 50 Гц и ее гармоники на частотах 100 Гц и 150 Гц [4].

Дрейф изолинии – это помеха представляющая собой низкочастотные колебания с частотой менее 1 Гц и обусловлен влиянием на ЭКС аддитивных НЧ помех, связанных с поляризацией электродов, влиянием дыхания, изменением кожно-электродных потенциалов и межэлектродного импеданса [1, 5].

Мышечный тремор – это помеха представляющая собой хаотически колеблющуюся изолинию в достаточно широком диапазоне (от 30-35 до 80-100 Гц) [5]. Причиной тремора является электрическая активность тканей, через которые проводится импульс (например, скелетные мышцы), сопротивление тканей, особенно кожи, а также сопротивление на входе усилителя.

Артефакты движения – это помехи, которые проявляются как одиночные или циклические волны с частотой от единиц до 30-40 Гц [5]. Такие артефакты по спектру очень близкие к спектру комплексов QRS и похожи на желудочковые экстрасистолы.

Методы устранения сетевой помехи.

В статье Аракчеевой А. Г. «Техника ЭКГ» подробно описываются методы устранения сетевой помеховой составляющей сигнала ЭКС.

Одним из методов борьбы с сетевой помехой является использование свойства ее синфазности в теле человека. За счет синфазности появляется возможность устранения помехи вычитанием сигнала одного электрода из всех остальных. При этом не происходит потери информации, т.к. если одновременно потенциал всех электродов увеличим или уменьшим, распределение потенциалов по электродам не изменится. После вычитания потенциал вычитающего электрода считаем нулевым [3].

Вторым способом борьбы с сетевой помехой, не менее распространённым, является использование рабочего заземления. При этом при введении рабочего заземления увеличивается емкость тело-земля от

значения 200 пФ до величины емкости электрод/кожа, т.е. до 47 нФ, или более чем в 200 раз. Соответственно величина СФП падает в 200 раз, но все еще остается очень большой (около 10 мВ). Этот остаток должен подавляться вычитанием.

Третьим путем уменьшения сетевой помехи является уменьшение Z кожи в цепи электрода N . Если $R_{\text{кожи}} = 0$, то помеха отсутствует. Поэтому принимаются все необходимые меры уменьшения $R_{\text{кожи}}$, (от хорошей обработки кожного покрова под электродом, применения электродных паст до специальных схем).

Четвертым методом является выделение изолированной рабочей части. (Рабочая часть - все узлы и элементы, имеющие электрическое соединение с электродами, накладываемыми на пациента).

Пятым, наиболее действенным способом подавления сетевой помехи является использование фильтрации, вырезающей или пропускающей некоторую область частотного спектра, настроенных на частоту силовой сети [1].

Метод устранения дрейфа изолинии.

Метод фильтрации заключается в устранении низкочастотных аддитивных помех с помощью линейного фильтра верхних частот. Однако в этом случае искажаются параметры ST-сегмента, поскольку частотный спектр дрейфа изолинии, как правило, почти полностью совпадает с частотным спектром ST-сегмента [4, 12].

Метод устранения мышечного тремора.

Устранение мышечного тремора достаточно сложная задача, которая неудовлетворительно решается методами линейной частотной фильтрации. Традиционно в этом случае применяют методы временной селекции.

Временные селекторы формируют достаточно короткое временное окно, пропускающее лишь информативные участки ЭКС [5, 13].

Метод устранения артефактов движения.

Устранение артефактов движения - наиболее сложная задача обработки ЭКС. Здесь применяют сложные алгоритмы фильтрации на основе запоминания типового кардиокомплекса или на основе определения циклических артефактов.

Чтобы регистрация ЭКГ производилась с необходимой точностью, нужно устранить все факторы, влияющие на появление вышеперечисленных помех.

Так же на качество регистрации сигнала ЭКГ влияют параметры входной цепи, образованной электродами отведений и входными каскадами электрокардиографа.

1.3 Применение фильтрации в современных электрокардиографах

В стандарте на электрокардиографы не предлагается определённый набор фильтров для электрокардиографа, а также их характеристики в конкретной модели приборов.

Во многих источниках говорится о достаточно сильном влиянии фильтров на сигнал ЭКГ.

В современных электрокардиографах применяются несколько видов фильтров, предназначенных для разных задач, а каждый из видов может быть представлен несколькими вариантами. Это создает большое число возможных комбинаций фильтров.

Рассмотрим основные виды фильтров:

– Фильтры сетевой помехи.

- Фильтры нижних частот, ограничивающие ЭКГ-сигнал в области высоких частот.

- Фильтры высоких частот, ограничивающие ЭКГ-сигналы в области низких частот [7].

В работе Д.В. Дроздова и соавт. [6] исследовано влияние мышечного фильтра на диагностические признаки ЭКГ. Показано, что изменение формы ЭКГ при применении антитреморного фильтра происходит в 26% случаев, при этом изменения амплитуд зубца Р наблюдаются в 26%, Q - в 61%, R - в 31%, S - в 51%. Полосовые "сетевые" фильтры (50 или 60 Гц) при правильной реализации практически не влияют на диагностические электрокардиографические параметры при контурном анализе ЭКГ.

Многие авторы также подчеркивают важность вопросов, связанных с фильтрацией. Процесс регистрации ЭКГ сопровождается большим количеством разнообразных шумов и помех, налагающихся на полезный сигнал ЭКГ. В [8] приводится обзор основных видов помех, способ их устранения и побочные эффекты, накладываемые на ЭКГ (таблица 1).

Коллективом авторов из Московской медицинской академии им. Сеченова были исследованы 2 варианта ЭКГ-фильтра с одинаковой частотой среза: "простой" первого порядка и специальный с конечно-импульсной характеристикой. Материалом исследования послужили 152 одноканальных ЭКГ, сравнивались формы и амплитудно-временные характеристики основных зубцов и интервалов ЭКГ, полученных по исходной и фильтрованным записям. Результаты оценки ЭКГ-фильтров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки ЭКГ-фильтров

Вид помех	Способ устранения	"Побочные эффекты" на ЭКГ
Шум 50(60) Гц	Фильтрация РФ и конструктивные решения в электрокардиографе	При неправильной конструкции фильтра – уменьшение амплитуд Q, R, S, артефактов стимулятора
	Расположение оборудования с учетом электромагнитной обстановки	Нет
Миограмма	Фильтрация ПФ	Уменьшение амплитуд Q, R, S, артефактов стимулятора, расширение QRS
	Наложение электродов вне больших мышечных массивов	Нет или минимальные
Шумы высоких частот	Фильтрация ФНЧ	Уменьшение амплитуд Q, R, S, артефактов стимулятора, расширение QRS
	Использование качественных электродов, контактной среды	Нет
Дрейф изолинии	Фильтрация ФВЧ	Уменьшение смещения сегмента ST
	Использование активных систем стабилизации изолинии (ADS)	Задержка до 0,5 с в выводе ЭКГ
	Использование качественных электродов, контактной среды	Нет

Современный рынок насыщен большим разнообразием электрокардиографической техники. Ведущими производителями в данной отрасли являются такие компании: Fukuda (Япония), Kaden (Китай), Kenz (Япония), Нейрософт (Россия), Schiller (Швейцария). Так как в стандарте на электрокардиографы не регламентируется набор фильтров для электрокардиографов, все вышеперечисленные компании, занимающиеся производством электрокардиографов, используют разные наборы фильтров при изготовлении приборов.

В электрокардиографах компании Fukuda в основном, установлены следующие виды фильтров:

- Переменного тока: 50 или 60 Гц;
- Мышечный: 25 или 35 Гц;
- Фильтр дрейфа изолинии: 0,25 или 0,5 Гц.

Компания KENZ указывает на наличие цифровых фильтров в электрокардиографах:

- Сетевой: более 40 дБ (50/60 Гц);
- Дрейфовый: - 3 дБ (0,5 Гц);
- Мышечный 1: - 3 дБ (35Гц);
- Мышечный 2: - 3 дБ (25 Гц).

Компания Schiller.

- Миографический фильтр (фильтр мышечного тремора): 25 Гц (40 дБ/октаву) или 35 Гц (20 дБ/октаву), программируемый;
- Линейный частотный фильтр: подавление навязанных 50 или 60 Гц гармонических помех без влияния на ЭКГ сигнал с помощью адаптивного цифрового фильтра, программируемый.

Компания Bionet (Южная Корея):

- Переменного тока: 50 или 60 Гц;
- Мышечный – 25(35) Гц;
- Отклонение изолинии – 0,1Гц;
- Низкочастотные фильтры – 40 Гц; 100 Гц; 150Гц.

Компания Нейрософт (Россия).

- Фильтр низких частот - 40, 100, 150 Гц;
- Фильтр верхних частот – 0,05; 0,1; 0,5; 1 Гц (3,2 с);
- Сетевой фильтр - 50 (60) Гц;
- Фильтр дрейфа.

Компания Kaden (Китай).

- Фильтр переменного тока;
- Электромиограмм (фильтр мышечного тремора);
- Дрейфа изолинии.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Предпроектный анализ

Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором в будущем будет продаваться разработка. Сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментом рынка для электрокардиографа являются отделения функциональной диагностики, интенсивной терапии и кардиологии в стационарных учреждениях, а также в кабинетах, предназначенных для функциональной диагностики в поликлиниках, медикосанитарных частях, на машинах скорой помощи, в частной медицинской практике.

SWOT-анализ

SWOT-анализ заключается в выявлении сильных и слабых сторон проекта (внутренней среды), а также возможностей и угроз, которые существуют, либо могут проявиться во внешней среде. Сильные и слабые стороны, возможности и угрозы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица SWOT

<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Более низкая стоимость по сравнению с другими электрокардиографами</p> <p>С2. Малые габариты и масса (компактность прибора)</p> <p>С3. Удобный и простой в управлении</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Конкуренция</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1 Использование электрокардиографа в домашних условиях</p> <p>В2 Возможность записи ЭКГ на флэш-накопитель для дальнейшей передачи данных на компьютер</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p>	<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p>

После проведенного SWOT-анализа можно сделать вывод, что данная разработка, которая проста и удобна в использовании, и имеет низкую стоимость по сравнению с существующими электрокардиографами будет способствовать привлечению покупателей. Отсутствие спроса на прибор может быть вызвано как неосведомленностью покупателей о появлении на рынке разработки, так и непониманием преимуществ новшества.

4.2 Инициация проекта

Цели и результат проекта

В таблице 3 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта должны включать цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица 3 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Исследовать и проанализировать влияние фильтров на электрокардиосигнал, которые используются в настоящее время в электрокардиографической аппаратуре.
Ожидаемые результаты проекта:	Разработка оптимальных фильтров и электрокардиографа, имеющего комплекс различных фильтров.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Экономическая обоснованность

Организационная структура проекта.

На данном этапе работы решаются следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определена роль каждого участника в данном проекте, а также прописаны функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Эта информация представлена в табл.4.

Таблица 4 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Лежнина И.А.	Руководитель проекта	Координация деятельности участников проекта	212
2	Вторушин Д.В.	Исполнитель по проекту	Проведение эксперимента, оформление отчета	676
ИТОГО:				892

4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

План проекта

Для планирования выполнения ВКР необходимо составить календарный план проекта и построить линейный график проекта. Календарный план проекта представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Календарный план проекта

№	Название	Длительность, рабочие дни	Длительность, календарные дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Разработка и согласование технического задания	12	13	5.09.16	17.09.16	Лежнина И.А. (руководитель), Вторушин Д.В. (исполнитель)
2	Формулировка направлений решения задач	6	6	19.09.16	24.09.16	Лежнина И.А. (руководитель), Вторушин Д.В. (исполнитель)

Продолжение таблицы 5 – Календарный план проекта

3	Проведение патентного поиска и оформление его результатов	18	20	26.09.16	15.10.16	Вторушин Д.В. (исполнитель)
4	Освоения методики эксперимента	14	15	17.10.16	29.10.16	Вторушин Д.В. (исполнитель)
5	Постановка эксперимента	6	7	31.10.16.	06.09.16	Лежнина И.А. (руководитель), Вторушин Д.В. (исполнитель)
6	Проведение эксперимента	48	54	07.11.16	28.12.16	Вторушин Д.В. (исполнитель)
7	Обработка результата	67	78	10.01.17	28.03.17	Лежнина И.А. (руководитель), Вторушин Д.В. (исполнитель)
8	Утверждение результатов	17	20	02.04.17	21.04.17	Лежнина И.А. (руководитель), Вторушин Д.В. (исполнитель)
9	Оформление отчета.	30	35	24.04.14	28.05.17	Вторушин Д.В. (исполнитель)
И т о г о:		218	248			

Из календарного плана видно, что руководитель (Лежнина И.А.) занят календарных 124 дня (108 рабочих дней), исполнитель ВКР (Вторушин Д.В.) занята календарных 248 день (218 рабочих дней).

4.4 Бюджет научного исследования

4.4.1 Расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

В данную статью входит стоимость всех материалов, включая расходы на их приобретение и доставку. Стоимость необходимых материалов и комплектующих устанавливается по договорным ценам. Размер транспортно-заготовительных расходов принимается равным 10 % от стоимости покупных изделий.

$C_{\text{пок}} = 5148(\text{руб})$ – расходы на покупку материалов, покупных изделий, комплектующих;

$C_{\text{тран}} = 5148 \cdot 10\% = 514,8(\text{руб})$ – транспортно-заготовительные расходы;

$C_{\text{м}} = 5148 + 514,8 = 5662,8(\text{руб})$ – затраты на материалы.

4.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Специальное оборудование, необходимое для проведения ВКР – компьютер (ПК, монитор, клавиатура, компьютерная мышь, либо ноутбук и компьютерная мышь) общей стоимостью 20 000 руб., программное обеспечение MATLAB, для проведения эксперимента, стоимостью 2 398 руб. Затраты на доставку и монтаж отсутствуют. Суммарные расходы на специальное оборудование составляют: 22 398 руб.

4.4.3 Расчет основной заработной платы

Проведем расчет основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в разработке. Основная заработная плата работника $C_{\text{осн}}$ от предприятия определяется по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ в рабочих днях.

Месячный должностной оклад руководителя (доцент, к.т.н.):

$$Z_{\text{мп}} = 23264,86 \cdot 1,3 = 30244,32 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад магистранта, как учебно-вспомогательного персонала 2-го квалификационного уровня:

$$Z_{\text{мм}} = 8022,65 \cdot 1,3 = 10429,45 \text{ руб.}$$

Определим действительный годовой фонд рабочего времени F_d руководителя и исполнителя (магистранта) исходя из того, что они работают по 6-дневной неделе (таблица 6).

Таблица 6 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	71	71
– выходные дни	51	51
– праздничные дни	20	20
Потери рабочего времени на отпуск	48	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	294

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$Z_{\text{дн.р}} = \frac{30244,32 \cdot 10,4}{246} = 1278,62 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата исполнителя:

$$Z_{\text{дн.с}} = \frac{10429,45 \cdot 10,4}{294} = 368,93 \text{ руб.}$$

Исходя из количества рабочих, основная заработная плата составит для руководителя:

$$Z_{\text{осн.р}} = 1278,62 \cdot 108 = 138090,96 \text{ руб.}$$

для исполнителя:

$$Z_{\text{осн.и}} = 368,93 \cdot 218 = 124698,34 \text{ руб.}$$

4.4.4 Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата (12% от основной заработной платы): для руководителя:

$$Z_{\text{д.р}} = 138090,96 \cdot 0,12 = 16570,92 \text{ руб.}$$

для исполнителя:

$$Z_{\text{д.и}} = 12698,34 \cdot 0,12 = 1523,8 \text{ руб.}$$

4.4.5 Расчет отчислений на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды включают в себя отчисления во внебюджетные фонды: пенсионный фонд, фонд ОМС и т.д. . Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды $k_{внеб}$ составляет 30%, тогда

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп})$$

$$C_{внеб} = 0,3 \cdot 168884,02 = 50665,21 \text{ руб.}$$

4.4.6 Расчет накладных расходов

Таблица 7 – Группировка затрат по статьям

Статьи затрат (руб.)							
Материалы	Специальное оборудование	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
5662,8	22 398	262789,3	18094,72	50665,21	7130	151995,62	500640,9

Для реализации данного объекта потребуется 500 640,9 рубля.

4.5 Оценка ресурсоэффективности исследования

Таблица 8 – Сравнительная оценка характеристик

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Электрокардиограф «ЭКГ - Экспресс»	Электрокардиограф CARDIOVIT AT-102 C (SCHILLE)	Электрокардиограф CARDIMAX FX-7402 (FUKUDA)
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	4	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	5
3. Энергоэкономичность	0,20	4	5	3
4. Потребность в ресурсах памяти	0,15	4	4	3
5. Простота эксплуатации	0,25	5	4	4
6. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,15	5	5	5
ИТОГО	1			

Интегральный показатель ресурсоэффективности для текущего проекта равен:

$$I_m^p = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,55$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности для аналогов:

$$I_{m1}^p = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,5$$

$$I_{m1}^p = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 3,95$$

Из расчетов следует, что ресурсоэффективность электрокардиографа разрабатываемого в Лаборатории медицинского приборостроения, несколько выше, чем у существующих аналогов.

Заключение

По результатам выполненного задания для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» было достигнуто следующее:

– Были определены потенциальные потребители результатов исследования;

– Проведен SWOT – анализ, по результатам которого выяснено, что электрокардиограф прост и удобен в использовании, и имеет низкую стоимость по сравнению с существующими приборами;

– Определены цели и требования к результатам проекта. Целью является исследовать и проанализировать влияние фильтров на электрокардиосигнал, которые используются в настоящее время в электрокардиографической аппаратуре. Результатом проекта должно быть создание разработка оптимальных фильтров и электрокардиографа, имеющего комплекс различных фильтров

– Составлен план проекта, в соответствии с которым определяются объем работ и время, затрачиваемое на ее выполнение. Из календарного плана следует, что руководитель (Лежнина И.А.) занят календарных 124 дня (108 рабочих дня), исполнитель ВКР (Вторушин Д.В.) занят календарных 248 день (218 рабочих дней).

– Рассчитан бюджет научного исследования. Рассчитано, что для реализации проекта требуется 500 640,9рублей

– Проведена оценка ресурсоэффективности исследования, в результате которой определено, что ресурсоэффективность электрокардиографа разрабатываемого в Лаборатории медицинского приборостроения, несколько выше, чем у существующих аналогов.

5 Социальная ответственность

Данная работа посвящена исследованиям фильтров в электрокардиографической аппаратуре. В данном разделе рассматриваются вопросы по производственной безопасности, экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях и правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при проведении исследования влияния фильтров в электрокардиографической аппаратуре на корректность постановки диагноза.

5.1 Производственная безопасность

В таблице 9 представлены вредные и опасные факторы, влияющие на человека при исследовании фильтров в цифровых электрокардиографах.

Таблица 9 – Вредные и опасные факторы, влияющие на человека

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 [1])		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Цифровой электрокардиограф	1) Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны. 2) Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3) Электромагнитные излучения.	1) Электрический ток.	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ, СНиП 23-05-2010, ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.4.3359-16.

5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования

Работа с цифровым электрокардиографом – это прежде всего визуальный прием и обработка электрокардиографического сигнала на мониторе. Основным фактором влияющим на производительность труда людей являются комфортные и безопасные условия труда.

К вредным производственным факторам относятся:

- микроклимат;
- освещение;
- электробезопасность (статическое электричество – возникающее от работы цифрового электрокардиографа);
- электромагнитное поле – возникающее от цифрового электрокардиографа.

5.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Работа с ПК – это воспроизведение визуальной информации на дисплее, которая должна быстро и точно восприниматься пользователем. Комфортные и безопасные условия труда являются основным фактором, влияющим на производительность труда людей, работающих на ПК.

При выполнении работ на ПК согласно [ГОСТ 12.0.003-74], могут иметь место следующие факторы:

К вредным производственным факторам относятся:

- микроклимат;
- освещение;
- электробезопасность (статическое электричество – возникающее от работы ПК и оргтехники);
- электромагнитное поле – возникающее от работы ПК и оргтехники.

Отклонение параметров микроклимата от нормы

Параметры микроклимата должны быть оптимальными, если они при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционирования и теплового состояния организма,

создают условия теплого комфорта и являются предпосылкой высокого уровня работоспособности.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата устанавливаются в соответствии с [СанПиН 2.2.4.548-96], исходя из которого категории тяжести будет Ia (Ia – категория относящаяся к работам производимых сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением).

На условия работы в помещении влияют такие параметры как температура, относительная влажность, скорость движения воздуха.

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов для предотвращения охлаждения, а в теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и трубопроводов.

Недостаточная освещенность рабочего места

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

В качестве источников света для освещения помещения используются люминесцентные лампы, которые обладают большим сроком службы и высокой световой отдачей.

Естественное освещение – освещение помещений при помощи света неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

Естественное освещение играет очень важную роль для обеспечения благоприятных условий труда на производстве. Основная задача производственного освещения – поддержание на рабочем месте освещенности, комфортной и благоприятной для работы, соответствующей характеру зрительной работы. Однако если естественной освещенности недостаточно для работы применяются источники искусственного освещения, комбинация которых называется совмещенное освещение.

Точно спроектированное и целесообразно выполненное освещение рабочей зоны оказывает благоприятное воздействие на рабочих, способствует эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм человека, сохраняет работоспособность и зрение.

Согласно СП 52.13330.2011 необходимо создать искусственное освещение при системе общего освещения не ниже 200 лк, при системе комбинированного освещения не ниже 400 лк в соответствии с разрядом зрительной работы.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Необходимо предусмотреть на окнах солнцезащитные устройства, например, жалюзи, предотвращающие проникновение прямых солнечных лучей, которые создают на рабочих местах резкие тени.

Электробезопасность. Статическое электричество.

Классификация помещений по степени опасности поражений людей электрическим током Помещение лаборатории по опасности поражения

электрическим током можно отнести к 1 классу (таблица 10), т.е. это помещение без повышенной опасности (сухое, бес пыльное, с нормальной температурой воздуха, изолированными полами и малым числом заземленных приборов).

Таблица 10 – класс опасности помещения

Класс	Характеристика
1	Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

На рабочем месте исследователя из всего оборудования металлическим является лишь корпус системного блока компьютера и цифрового электрокардиографа, но здесь используются системные блоки, отвечающие стандарту фирмы IBM, в которых кроме рабочей изоляции предусмотрен элемент для заземления и провод с заземляющей жилой для присоединения к источнику питания. Таким образом, оборудование обменного пункта выполнено по классу 1 (ПУЭ).

Электробезопасность помещения обеспечивается в соответствии с ПУЭ. Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Электробезопасность в помещении лаборатории обеспечивается техническими способами и средствами защиты, а так же организационными и техническими мероприятиями.

Мероприятия, проводимые для устранения факторов поражения электрическим током:

– все лица, приступающие к работе с электрооборудованием, должны проходить инструктаж на рабочем месте, допуск к самостоятельной работе разрешается лишь после проверки знаний техники безопасности;

– осуществляться постоянный контроль качества и исправности защитных приспособлений и заземлении;

– эксплуатация электроустановок предусматривает введение необходимой технической документации; обеспечивается недоступность к токоведущим частям, находящимся под напряжением; корпуса приборов и электроустановок заземляются.

Повышенный уровень напряженности электромагнитного поля

Электромагнитные поля характеризующиеся напряженностями электрических и магнитных полей, наиболее вредны для организма человек. Основным источником этих проблем, связанных с охраной здоровья людей, использующих в своей работе автоматизированные информационные системы на основе персональных компьютеров и цифровых электрокардиографов, являются дисплеи (мониторы).

Может возникнуть опасность по уровням напряженности электромагнитного поля. На расстоянии 5-10 см от экрана и корпуса монитора уровни напряженности могут достигать 140В/м по электрической составляющей, что значительно превышает допустимые значения СанПиН 2.2.1340-03.

Меры по защите от электромагнитных излучений:

- Рациональное размещение в рабочем помещении оборудования, излучающего электромагнитную энергию;
- Установление рациональных режимов работы оборудования и обслуживающего персонала.

5.2 Экологическая безопасность

Использование электрокардиографов и компьютеров требует решения таких важных вопросов, как утилизация отходов (микросхемы с содержанием цветных металлов, платы). Утилизация компьютеров, электрокардиографов и

другой оргтехники проходит в несколько этапов. В первую очередь, специалисты по утилизации разбирают приборы на детали. Полученные компоненты сортируют по видам вторичного сырья (лом черных и цветных металлов, электронный лом) и отправляются на переработку.

Люминесцентные лампы содержат ртуть и поэтому должны утилизироваться на специальных полигонах токсичных отходов.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

При работе с электрокардиографом и ПК возникновение пожара может быть по причинам электрического воздействия.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество, попадание легковоспламеняющихся веществ на ПК.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- в) назначение ответственного за пожарную безопасность помещений;
- г) издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной, порошковый, закачиваемый огнетушитель ОП-3. Тушение электроустановок нужно производить на расстоянии не менее 1 метра (имеется в виду расстояние от сопла огнетушителя до токоведущих частей).

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности

Согласно статье 37 Конституции Российской Федерации, каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены.

Допускаются к работе с устройством лица не моложе 18 лет, не имеющие противопоказаний по здоровью, прошедшие инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности.

5.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места пользователя должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав

рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

Эргономическими аспектами проектирования рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места пользователя являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы пользователь мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения пользователя;
- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).
- высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760мм.
- высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420-550мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700мм), чем расстояние от глаза до документа (300-450мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

- расстоянием считывания (0,6...0,7м);
- углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

- голова не должна быть наклонена более чем на 20° ;
- плечи должны быть расслаблены;
- локти - под углом $80^\circ \dots 100^\circ$;
- предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

Заключение

В ходе проделанной работы были проведены исследования влияния фильтрации в электрокардиографической аппаратуре на корректность постановки диагноза.

Результаты экспериментов показали, что применяемые фильтры в электрокардиографической аппаратуре вносят существенные искажения в полезный сигнал ЭКГ. Следует сделать вывод, что при постановке диагноза может возникнуть ошибки, следствием чего может быть нанесён вред здоровью пациента.

В данном исследовании применяли режекторный, полосовой, ФВЧ, ФНЧ фильтры типа Баттерворта второго и третьего порядков, каждый из них в разной степени искажал сигнал. Путем сравнения отфильтрованных электрокардиограмм выявлено, что фильтр низких частот в меньшей степени воздействует на сигнал.

Список используемых источников

1. Аракчеева А. Г. Техника ЭКГ / А. Г. Аракчеев, А. В. Сивачева. - М.: Медицина, 2010.
2. Кривоногов Л.Ю. Методы и алгоритмы помехоустойчивой обработки электрокардиографической информации. Дисс. на соискание уч. ст. к.т.н., Пенза, 2003.).
3. Иванов Г.Г. Электрокардиография высокого разрешения. – М.: Триада-Х, 2003. – 304 с.
4. Мурашко В. В., Струтынский А. В. Электрокардиография: Учеб. пособие. – 9-е изд. – М.: МедПресс-информ, 2008. – 320 с.
5. Барановский Л.А., Калиниченко А.Н. и др. Кардиомониторы. аппаратура непрерывного контроля ЭКГ. – М.: Радио и связь, 1993. – 246 с
6. Дроздов Д.В., Сыркин А.Л., Гозырева О.В. и др. Влияние фильтрации на диагностические признаки ЭКГ. CARDIOSTIM 1998.
7. Савостин А.А. Оптимальная фильтрация электрокардиосигналов: Научный журнал «Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета имени Д. Серикбаева», Усть-Каменогорск, №1 2010 г., с. 126 – 131.;
8. Высокие медицинские технологии – в практику функциональной диагностики. //Обозрение. Медтехника. -2007. -№5. <http://www.altonika.ru/article.php?id=338>.
9. Л.А. Мироновский, К.Ю. Петрова. Введение в MatLab: учебное пособие / Санкт-Петербург, 2006 г., - 163 с., - 300 экз.
10. Е.В. Якимов. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2006. – 188 с.
11. Шальнова С.А., Конради А.О., Карпов Ю.А. и др.: Анализ смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в 12 регионах Российской Федерации, участвующих в исследовании «Эпидемиология сердечно-

сосудистых заболеваний в регионах России» // Российский кардиологический журнал. – 2012. – № 5(97).

12. Юдаш К. Высокие медицинские технологии - в практику функциональной диагностики. журнал Обозрение. Медтехника №5, 2007 - <http://www.altonika.ru/article.php?id=33>

13. Бакалов В.П. Основы биотелеметрии - М.: Радио и связь, 2001.

14. Истомина Т.В., Кривоногов Л.Ю. Вопросы помехоустойчивости при измерениях параметров электрокардиосигнала. Информационно-измерительная техника: Межвуз. сб. науч. тр. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2000. - Вып. 25.

15. А.М. Шилов, М.В. Мельник, А.О. Осия. Ишемическая болезнь сердца и гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь в практике врача первичного звена. //МГМУ им. И. М. Сеченова.

16. Высокие медицинские технологии – в практику функциональной диагностики. //Обозрение. Медтехника. -2007. -№5. <http://www.altonika.ru/article.php?id=338>.

17. С.В. Фролов, В.М. Строев, А.В. Горбунов, В.А. Трофимов. Методы и приборы функциональной диагностики : учебное пособие / Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 80 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-0762-9.

18. Авдеева Д.К., Вылегжанин О.Н., Грехов И.С., Казаков В.Ю., Ким В.Л., Клубович И.А. Автоматизированная установка для проверки медицинских электродов УПЭ-2// Медицинская техника». -2009.- №2.-С.51-55.

19. Зайцева Г.Н. Методы исследования внешних проявлений деятельности сердца. Учебное пособие. –Курск.- 2008.- 159 с.

20. Бендат Д.С., Пирсол А.Д. Прикладной анализ случайных данных: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. –540 с.

Приложение А

Введение; 1 Аналитический обзор

Introduction; 1 Analytical review

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5А	Вторушин Денис Викторович		

Консультант кафедры ФМПК

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

Консультант – лингвист кафедры ИЯНК

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИЯ ФТИ	Вебер Юлию Юрьевна	к.п.н		

Introduction

Pathologies of cardiovascular system are on the first place by the incidence among population. Heart and vessels are subjected to the disease and are hard to be treated. To detect the disease in time and to carry out proper diagnosis, there were developed methods of study of cardiovascular system.

Electrocardiography is the most available and prevalent methods of diagnostics of cardiovascular system. This method is based on the principle of measurement of potentials on person's body surface using special electrocardiographic electrodes. Electrocardiography became so widespread due to high information-capability and good receptivity of results in combination with minimal effect on human body.

Biopotential of heart is a weak signal in comparison with other signals accompanying it. Other signals except electrocardiographic signal (ECS) are the interferences (artifacts). The main problem of carrying of electrocardiographic studies is marking out of desired signal among the interferences and distortions. The difficulty of this problem is in selection of filters for the struggle with particular types of artifacts and criteria of optimization of used algorithms. There are algorithms of automatic analysis of electrocardiographic signal but they don't always cope with interferences and noise. Consequently, false-positive results appears during the detection of QRS-complexes which lead to errors of measurement of signal parameters, errors of elements detection and their borders, and to wrong diagnostic decision.

Work objectives

To study and analyze the influence of filters on the correctness of diagnosing which are used in present time in modern electrocardiographic equipment and to suggest solution of this problem.

The main tasks to be solved in those master's thesis in connection with the set objective are the following:

6 Analysis of the interferences effect on electrocardiographic signal.

7 Search and analysis of electrocardiographic signals of healthy person and one with different pathologies.

8 Modeling of filters used in electrocardiographic systems in MATLAB system.

9 Analysis of filter influence on correctness of diagnosing, suggesting of recommendations on the elimination of their effect.

1 Analytical review

1.1 Problem of electrocardiography

Clinical researches of cardiovascular system are based on the analysis of electrocardiograms and studying of series of other registered signals illustrating electrobiological activity of heart. This approach has a series of undoubted advantages such as relative simplicity, availability, noninvasiveness and high information-capability.

Electrocardiographs — are the devices, measurement method of which is based on methodology of registration and research of electrical fields appearing during heart function. Use of electrocardiograph is rather cheap but precious way of electrophysiological instrumental diagnostics in cardiology.

The main task electrocardiograph is visualization of electrocardiogram – graphical representation of potential difference arising in the result of heart function.

Filtration is intentional change of original signal with a purpose to single out useful information from it.

Standard for electrocardiographs doesn't regulate the set of filters for electrocardiograph and also their characteristics in specific model of devices, consequently, in different electrocardiographs different types of filters are used which will influence differently ECG signal. Such different influence of filters on ECG explains the divergence in readings of different electrocardiographs.

1.2 Types of interferences influencing electrocardiographic signal

We can divide interferences influencing electrocardiographic signal (ECG) into additive and multiplicative.

Additive interferences are applied to wanted biosignal. They are the biggest constituent of error during the registration of ECS.

Reasons of there interferences appearance:

- 1 Electrobiological activity of adjacent organs;
- 2 Inequalities of polarization potentials of electrodes;
- 3 Stress of galvanic skin reflex (GSR);
- 4 Magnetic fields piercing the contour formatted by the wires [1]

Multiplicative interferences change parameter of one of the elements of signal transmission contour, for example, resistance, arisen between the electrode and skin as a result of spacer drying, changes coefficient of wanted signal transmission [1].

Reasons of these interferences:

- 1 Poor contact between noise electrode and patient's body;
- 2 Absence of ground connection of electrographic machinery and equipment.

Interferences arising during the receiving of ECG, from the point of view of their display on electrocardiographic signal.



Figure 1. Interferences arising during the registration of ECG:

- a – noise stipulated by the muscular tremor (wrong frequent oscillation are shown) ;
- б – creep of isoline as a result of poor contact with skin;
- в – noise currents – circuit noise in a form of proper oscillations with a frequency 50 Hz.

Also there are random interferences influencing the accuracy of ECS registration, for example, an interference arising as a result of patient's movement during taking of electrical potentials of the heart. The greatest interest is represented by circuit interfering constituent and ways of decrease of its influence of ECS [1].

Circuit interference is electromagnetic interference transferred to technical mean by the way connecting it with power circuit. Amplitude spectrum of signal of cardio derivation there can be harmonic components of circuit interference. In particular, spectrum constituent on a frequency of 50 Hz and its harmonic components on frequencies 100 Hz and 150 Hz [2].

Creep of isoline is low-frequency oscillations with a frequency no less than 1 Hz and is stipulated by the influence on ECS of additive low-frequency interferences

connected with electrode polarization, influence of breath, change of skin-electrode potentials and interelectrode impedance. The biggest influence of creep is given to the analysis of low-frequency parts of ECS (especially ST segment). Besides, instability of isoline depends on the availability of rather high input resistance of the amplification system and minimal skin resistance.

Muscular tremor is chaotically oscillating isoline in rather wide range (from 30-35 to 80-100 Hz). The reason of tremor is electrical activity of tissues through which impulse is conducted (for example, skeleton muscles), tissue resistance, skin tissues, in particular, and also resistance on the input of an amplifier. Tremor is put on ECS in patients with shaking palsy, chorea, tetany, parkinsonism. Oscillations caused by muscular tremor are rather difficult to distinct from the atrial flutter.

Movement artifacts become appearance as single or cyclic waves with frequency from units to 30-40 Hz. Cyclic waves are caused by movements of patient's muscles or small changes of position of electrodes during loading test or during the mode of free motion activity. Single artifacts are connected with random mechanical effects on automated cardio analyzer, on electrode on the place of contact with skin, cough, hiccup, intestinal peristalsis. Such artifacts are very close to the spectrum of QRS complexes and are similar to ventricular premature beats. By this reason they are very difficult to differentiate. Moreover, they are rather dangerous since they hinder to detect QRS complexes that can lead to wrong calculation of heartbeat rate, errors during the analysis of arrhythmia and wrong interpretation of research results. On the spike of load movement artifacts can distort ECS so much that it become inappropriate for visual analysis.

Methods of circuit interference elimination.

The article of Arakcheeva A.G. «Technology of ECG» describes methods of circuit interfering constituent of ECS signal elimination.

Let's consider how we can reach suppression of circuit interference.

Traditional method of struggle against circuit noises is use of property of its synchronism in human body. Due to the synchronism there appears the possibility of elimination of interference by subtraction of signal of one electrode from the others. At the same time, loss of information doesn't occur since if to increase or decrease the potential of all electrodes simultaneously, spreading of potentials on electrodes won't change. After subtraction, the potential of subtracting electrode is considered as zero. It doesn't matter which electrode is considered as subtracting (referential) one. The quality of subtraction is measured by coefficient of suppression of in-phase interference. Coefficient of in-phase interference suppression is measured in times (or db) and is determined as relation of in-phase signal supplied to the input to the observed remainder from it. The value of remainder is recalculated to the input of amplifier [3].

Suppression of in-phase interference of precise operating amplifier (OA) and precise installation of their amplifications. (To achieve the quality of subtraction 120 dB, inequality of amplification on the channels should be no less than 10^{-6}). This is almost impossible. Therefore, one should use additional ways and demand only 60-70 dB of suppression from subtraction on OA (1000-3000 times). This is achieved under the precision of the nominal of used resistors 0.1% (Recently, circuit designs appeared that allow decreasing of requirements to the precision of resistors up to 0.5-1%).

The second way of struggle with in-phase interference is a use of system grounding. At the same time, during the introduction of system grounding the capacity body-ground increases from the value 200 pF to the value of capacity electrode/skin, i.e, to 47 nF or more than 200 times. Consequently, the value of in-phase interference decreases by 200 times but remains very big (about 10 mV). This remainder should be suppressed by subtraction.

The third way of the decreasing of noises is the decrease of Z of skin in the circuit of electrode N . If R of skin=0, then there is no interference. Therefore, all

measures of the decrease of R_{skin} , (from good processing of skin cover under the electrode, use of electrode jelly to special circuits).

The fourth way is marking out of isolated working part. (Working part – all nodes and elements having electrical connection with electrodes, applied to patient). Working part of node of non-contact connection is separated from the remained circuit by the additional isolation, for example, the second isolating transformer between the input OA and the main part are introduced, the main part contains power sources, control consoles and a recorder. Capacity coupling between these parts is made minimal (it's better to apply radio channel and battery supply). In this case isolated working part becomes equipotential with patient's body and currents in N electrode circuit don't flow (and, consequently, in-phase interference doesn't appear). Equipotentiality degree is determined by the value of residual capacity between the main and working part. It's compared with capacity value 47 nF of the equivalent of skin and capacity 200 pF patient-ground. If this capacity is not more than 2 pF, than decay of in-phase interference at the expense of introduction of isolated working part reaches 40 dB. The other 60-80 dB are usually provided by the subtraction in input cascades of OA.

The fifth and the most perspective way of suppression of circuit interference is a use of band-elimination filters cutting some area of frequency spectrum, set for the frequency of power circuit [1].

Methods of creep elimination in isoline.

The filtering method consists in elimination of low-frequency additive interferences using a linear high-pass filter. However, in this case, the parameters of the ST segment are distorted, since the frequency spectrum of the creep of the isoline, as a rule, almost completely coincides with the frequency spectrum of the ST segment.

Active isoline stabilization (ADS) consists in its preliminary isolation from the signal (emission filtering), correction of the phase shift and subtraction of the isoline from the initial ECS. Such processing practically doesn't affect the shape and position of the ST segment, ADS work is only accompanied by a slight delay [4].

Methods of muscular tremor elimination.

Elimination of muscular tremor is a rather complicated objective, which is unsatisfactorily solved by linear frequency filtering methods. Traditionally, in this case, time selection methods are used. Time selectors form a rather short time window, which allows only informative sections of the ECS [5]. Adaptive amplitude-time selectors become widespread in practice, they form an adaptive window, vary in position and width, depending on the probabilistic characteristics of the signal and interference.

Method of movement artifacts elimination.

Elimination of movement artifacts is the most difficult task of ECS processing. Complex filtering algorithms based on remembering of a typical cardio complex or on the definition of cyclic artifacts are used here.

To carry our ECG with the necessary accuracy, all factors affecting the appearance of the above-mentioned interferences must be eliminated.

Also, the quality of the ECG signal is influenced by the input cascades of the electrocardiograph.

1.3 Use of filtration in modern electrocardiographs

Electrocardiographs standard doesn't regulate set of filters for electrocardiograph and their characteristics in specific model of devices.

Some sources contain information about strong influence of filters on ECG signal.

In modern cardiograph few types of filters are applied, intended for different tasks and each type can be represented by few variants. This creates big number of possible combinations of filters.

Let's consider main types of filters:

- Filter of power-supply noise.
- Filters of low frequencies limiting ECG-signal in the area of high frequencies.
- Filters of high frequencies limiting ECG-signals in the area of low frequencies .[10]

The work of D.V. Drozdov and co-authors [6] contains the study of the influence of muscular filter on diagnostic signs of ECG. It was shown that the change of form of ECG with an application of anti-tremor filter takes place on 26% of cases, changes of amplitudes of wave P is seen in 26% of cases, Q – in 61%, R – in 31%, S – in 51%. In especially unfavorable cases, for example, under high-amplitude impulse interferences, filters of low frequencies can lead to the appearance of ‘false’ complexes of QRS with untypical form (false interpolated extrasystoles) or to significant deformation of ventricular complexes. High frequencies filters (0.15 and 0.5 Hz) significantly decrease sensitivity of detection of segment ST shift. In case of proper realization the band-pass “circuit” filters (50 or 60 Hz) almost don't influence the diagnostic electrocardiographic parameters during contour analysis of ECG.

Many authors also emphasize the importance of issues related to filtration. The process of ECG registration is accompanied by a large number of various noises and interferences, superimposed on the wanted ECG signal. The source[12] provides an overview of the main types of interference, the way they are eliminated and the side effects imposed on the ECG (Table 1).

A team of authors from the Moscow Medical Academy named after Sechenov studied two variants of an ECG filter with the same cutoff frequency: a "simple" of the first order and a special one with a finite-impulse response. The material of the study was 152 single-channel ECG, there were compared the shapes and amplitude-

time characteristics of the main wave and ECG intervals with the initial and filtered records. The results of evaluation of ECG filters are presented in the Table 1.

Table 1

Type of interference	Way of elimination	"Side effects" on ECG
Noise 50(60) Hz	Filtration by band-exclusion filter and design solution in electrocardiograph	Under wrong filter design – decrease of amplitudes Q, R, S, artifacts of the stimulator
	Locating of the equipment taking into account electromagnetic environment	No
Muscle curve	Filtration with band-pass filter	Decrease of amplitudes Q, R, S, artifacts of stimulator, expansion of QRS
	Superimposal of electrodes outside of big muscular arrays	No or minimal
Noises of high frequencies	Filtration with filter of low frequencies	Decrease of amplitudes Q, R, S, artifacts of stimulator, expansion of QRS
	Use of quality electrodes, contact environment	No
Creep of isoline	Filtration with a filter of high frequencies	Decrease of ST segment shift
	Use of active systems of isoline stabilization (ADS)	Delay up to 0,5 s in output of ECG
	Use of quality electrodes, contact environment	No

Modern market is rich in great diversity of electrocardiographic machinery. The leading manufacturers in this sphere are the following companies: Fukuda (Japan), Kaden (China), Kenz (Japan), Neurosoft (Russia), Schiller (Switzerland). Since set of filters for electrocardiographs is not regulated in the electrocardiographs standard, all above-mentioned companies manufacturing electrocardiographs, use various set of filters during the manufacture of devices.

The following types of filters are installed in electrocardiographs of the company Fakuda:

- alternative current: 50 or 60 Hz;
- muscular: 25 or 35 Hz;
- creep-isolines: 0,25 or 0,5 Hz;

The company KENZ indicates on the availability of digital filters in electrocardiographs:

- circuit: more than 40 dB (50/60 Hz);
- creep: -3 dB (0,5 Hz);
- muscular 1: -3 dB (35Hz);
- muscular 2: - 3 dB (25 Hz).

Company Schiller:

- Myographic filter (filter of muscular tremor):
25 Hz (40 dB/octave) or 35 Hz (20 dB/octave), programmed;
- Linear frequency filter: suppression of imposed 50 or 60 Hz of harmonic interferences without the influence on ECG-signal using adaptive digital filter, programmed.

The company Bionet (South Korea).

- Circuit – 50 (60) Hz;
- Muscular – 25(35) Hz;
- Decline of isoline – 0,1Hz
- Low-frequency filters – (switched off) 40 Hz; 100 Hz;150Hz

The company Neurosoft (Russia).

- Filter of low frequencies - 40, 100, 150 Hz;
- Filter of high frequencies – 0,05; 0,1; 0,5; 1 Hz (3,2 c);
- Circuit filter - 50 (60) Hz;
- Filter of creep – available.

The company Kaden (China).

- Filter of alternative current;
- Electromyogram;
- Creep of isoline.