

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

Институт Кибернетики

Направление подготовки

Кафедра

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Программной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка методики применения метода главных компонент к разложению кардиосигнала УДК 004.93'11:616.12-008.3-073

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б31	Демидова Оксана Олеговна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ПИ	Вылегжанин О.Н.	к.х.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Тухватулина Л.Р.	к.ф.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Извеков В.Н.	к.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПИ	Иванов М.А.	к.т.н		

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

Институт кибернетики
Направление подготовки Прикладная математика и информатика
Кафедра программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Б31	Демидова Оксана Олеговна

Тема работы:

Разработка методики применения метода главных компонент к разложению кардиосигнала

Утверждена приказом директора Института кибернетики (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы: (дата)

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования; документы конференции и отчеты НИР; программное обеспечение).</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• кардиозапись;• литературные источники.
<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; разработка алгоритмов и программ;</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• аналитический обзор по литературным источникам;• постановка задачи исследования;• реализация алгоритма проведения исследования;• проведение тестовых расчетов;• заключение по работе.

<i>описание методов исследования обработки результатов; анализ полученных результатов; дополнительные разделы, подлежащие разработке; заключение по работе).</i>	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Тухватулина Л.Р.
2. Социальная ответственность	Извеков В.Н.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Вылегжанин О.Н.	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б31	Демидова О.О.		

Запланированные результаты

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, Критерии АИОР
Профессиональные компетенции		
P1	Применять <i>глубокие математические и профессиональные знания</i> для решения задач научно-исследовательской, проектной, производственной и технологической деятельности в области системного и прикладного программирования.	Требования ФГОС (ОК-11, 12, ПК-3, 10), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования профессиональных стандартов Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий Требования работодателей: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина», ООО НАЦ «Недра», ИХН СО РАН
P2	Умение использовать знания по естественнонаучным дисциплинам при определении задач математического моделирования объектов и явлений в различных предметных областях	Требования ФГОС (ПК-3,9) Критерий 5 АИОР (п.5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования работодателей: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина», ООО «НАПО им. В.П. Чкалова», ИХН СО РАН
P3	Демонстрировать понимание 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	Требования ФГОС (ОК-5, 11, 12,14,15, ПК-2, 6), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования профессиональных стандартов Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий Требования работодателей: Контек, ОАО «Газпром переработка», ООО Нижневартовскэнергонефть».
P4	Выполнять <i>инновационные проекты с применением глубоких профессиональных знаний и эффективных методов проектирования</i> для достижения <i>новых результатов</i> , обеспечивающих <i>конкурентные преимущества</i> в условиях экономических,	Требования ФГОС (ОК-14, ПК- 7, 9,14), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования профессиональных стандартов Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий. Требования работодателей: Контек, ОАО «Газпром

	экологических, социальных и других ограничений.	переработка», ИХН СО РАН.
P5	<i>Демонстрировать знание о формах организации образовательной и научной деятельности в высших учебных заведениях, иметь навыки преподавательской работы.</i>	Требования ФГОС (ОК-1, 10, 16, ПК-1, 14, 15), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Способность осуществлять организационно-управленческую и социально-ориентированную деятельность с соблюдением профессиональной этики	Требования ФГОС (ОК-5,13,16, ПК-11-13,16) Критерий 5 АИОР (п.5.2.12-13) согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	<i>Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, включая разработку документации и представление результатов инновационной деятельности. Толерантность в восприятии социальных и культурных различий.</i>	Требования ФГОС (ОК-2, 3,4, 7, ПК-8). Критерий 5 АИОР (п. 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> и Требования профессиональных стандартов Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов	Требования ФГОС (ОК-1,4, 6, ПК-8,11,12), Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.9,5.2.13), согласованный с требованиями
P9	<i>Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности. Способность к интеллектуальному, культурному, нравственному и профессиональному саморазвитию.</i>	Требования ФГОС (ОК-8,9,16, ПК-5, 11), Критерий 5 АИОР (5.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования работодателей: Контек, ОАО «Газпром переработка», ООО Нижневартовскэнергонефть».

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Б31	Демидова Оксана Олеговна

Институт	Институт кибернетики	Кафедра	Программной инженерии
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа направлена на разработку методики применения метода главных компонент к кардиосигналу.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценка конкурентоспособности, рассмотрение альтернатив проведения НИ
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование этапов разработки программы, определение трудоемкости
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности, формирование бюджета НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>1. Линейный график проведения работ</i>
--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Тухватулина Л.Р.	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б31	Демидова Оксана Олеговна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Б31	Демидова Оксана Олеговна

Институт	Институт кибернетики	Кафедра	Программной инженерии
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Разработка методики применения метода главных компонент к разложению кардиосигнала
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Профессиональная социальная безопасность.</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электромагнитные излучения; – микроклимат; – освещенность рабочей зоны; – шум на рабочем месте; – электромагнитные излучения. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электрический ток.
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на 	<p>Анализ негативного воздействия на окружающую природную среду: утилизация люминесцентных ламп, компьютеров и другой техники.</p>

НТД по охране окружающей среды.	
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	Наиболее типичная возможная ЧС: <ul style="list-style-type: none"> – пожар на рабочем месте.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – режим труда; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Режим труда; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны оператора.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ ИНК	Извеков Владимир Николаевич	К.Т.Н., ДОЦЕНТ		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б31	Демидова Оксана Олеговна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 76 с., 19 рис., 12 табл., 23 источника, 1 прил.

Ключевые слова: кардиозапись, кардиосигнал, ЭКГ ВР, метод главных компонент, сингулярное разложение.

Объектом исследования является кардиосигнал, предметом являются ортогональные составляющие кардиосигнала.

Цель работы: разработать методику применения метода главных компонент к кардиосигналу.

В процессе исследования проводился анализ методов обработки кардиозаписей и разработка методики для обработки кардиозаписей.

В результате исследования кардиосигнал был разделен на ортогональные составляющие, удалены шумовые компоненты, выделена информативная часть. Разработана методика для обработки кардиозаписи.

Область применения: медицинская среда

Экономическая эффективность/значимость работы заключается в повышении эффективности электрокардиографических обследований с помощью математической обработки, в научной значимости и актуальности поставленной задачи.

В будущем планируется проводить исследование и улучшение алгоритмов обработки кардиозаписей на основе метода главных компонент.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Метод главных компонент- способ уменьшить размерность данных, потеряв наименьшее количество информации.

Сингулярное разложение - декомпозиция вещественной матрицы, которая показывает геометрическую структуру матрицы и позволяет наглядно представить имеющиеся данные.

Электрокардиография высокого разрешения (ЭКГ ВР) - метод регистрации ЭКГ и её высокочастотных, низкоамплитудных потенциалов.

Унитарность - свойство квадратной матрицы с комплексными элементами, обуславливающее равенство единичной матрице результата умножения данной матрицы на эрмитово сопряжённую с нею

Ортогональность - понятие, являющееся обобщением перпендикулярности для линейных пространств и введённым скалярным произведением.

Норма - функционал, заданный на векторном пространстве и обобщающий понятие длины вектора или абсолютного значения числа.

Оглавление

Введение.....	13
Глава 1. Анализ предметной области	16
1.1 Электрокардиографии высокого разрешения	16
1.2 Электрокардиограмма	16
1.3 Постановка задачи	17
Глава 2. Математическая постановка задачи	19
2.1 Модель кардиосигнала	19
2.2 Методы обработки ЭКГ	19
Глава 3. Метод главных компонент	21
3.1 Описание метода главных компонент	21
3.2 Связь метода главных компонент с сингулярным разложением.....	22
Глава 4. Разработка алгоритма решения задачи	24
Глава 5. Выбор и описание программной среды	27
5.1 Выбор программной среды	27
5.2. Программная реализация алгоритма.....	27
Глава 6. Реализация алгоритма.....	29
Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	36
7.1 Продолжительность этапов работ	36
7.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	38
7.3 Расчет затрат на электроэнергию.....	38
7.4 Расчет заработной платы	39
7.5 Расчет затрат на социальный налог	40
7.6 Расчет амортизационных расходов	41

7.7	Расчет прочих расходов	41
7.8	Расчет общей себестоимости разработки	42
7.9	Оценка научно-технического уровня НИР	42
Глава 8. Социальная ответственность		46
Аннотация		46
Введение.....		46
8.1	Производственная безопасность	47
8.1.1	Анализ выявленных вредных факторов	48
8.1.1.1	Шум на рабочем месте	48
8.1.1.2	Микроклимат.....	49
8.1.1.3	Электромагнитные излучения.....	50
8.1.1.4	Освещенность рабочей зоны.....	52
8.1.2	Анализ выявленных опасных факторов.....	53
8.1.2.1	Электрический ток.....	53
8.2	Экологическая безопасность	55
8.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	55
8.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	57
8.4.1	Требования эргономики	57
8.4.2	Режим труда.....	63
8.4.3	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	64
Заключение		69
Список публикаций.....		70
Список литературы		71
Приложение А (обязательное).....		74

Введение

Электрокардиография (ЭКГ) является одним из ведущих методов инструментального исследования сердечно-сосудистой системы, который остается наиболее распространенным в силу своей доступности, простоты использования и небольших денежных затрат. ЭКГ позволяет своевременно диагностировать многие заболевания. В основе этой методики лежит регистрация биопотенциалов, возникающих в сердце.[3]

Выделение информативных составляющих из зашумленного кардиосигнала до сих пор является важной задачей при проведении электрокардиологических исследований. При этом определение информативных участков электрокардиосигнала (ЭКС), форма и временное положение которых несут диагностическую информацию, может быть выполнено с использованием современных методов цифровой обработки сигналов[11].

Современное развитие компьютерных технологий дало возможность проводить анализ ЭКГ-сигнала на качественно более высоком уровне, что открыло новые возможности в диагностике кардиологической патологии. Это особенно актуально при выявлении электрической нестабильности миокарда, диагностике угрожающих для жизни нарушений ритма и риска внезапной сердечной смерти[1].

В последнее время все большее развитие получает ЭКГ высокого разрешения (ЭКГ ВР). ЭКГ ВР - это метод исследования, который позволяет с помощью компьютерной обработки ЭКГ-сигнала регистрировать низкоамплитудные, высокочастотные сигналы, невидимые на обычной ЭКГ. Широкое применение в методе нашло выявление так называемых поздних потенциалов желудочков (ППЖ) и поздних потенциалов предсердий (ППП) с помощью специальной методики записи ЭКГ[4].

Выделяют технические и физиологические помехи при записи ЭКГ. Технические помехи (высокочастотные помехи) обычно связаны с записывающей системой, наводками от сопутствующих сигналов и т.д. Физиологические помехи (низкочастотные помехи) могут быть вызваны кашлем или дыханием, движения рук или ног, также могут быть вызваны плохим контактом электродов с кожей[1]. При этом физиологические помехи не могут быть охарактеризованы какой-либо специфической формой волны или спектральным составом и, как правило, являются динамическими и нестационарными.

Ошибки электрокардиодиагностики часто приводят к тому, что пациенту назначается неправильное лечение, также необходимо более точное выявление факторов риска внезапной сердечной смерти. Из этого следует, что задача уменьшения вероятности ошибки электрокардиодиагностики весьма актуальна.[8]

Для выявления, извлечения и анализа различных компонентов электрокардиограммы применяются различные методы обработки цифровых сигналов. В данной работе будет рассмотрен метод главных компонент.

Объектом данного исследования является кардиосигнал, предметом – ортогональные составляющие кардиосигнала.

Целью данного исследования является разработка методики применения метода главных компонент, который позволяет подготовить кардиосигнал для дальнейшей обработки, с целью выявления и удаления шумов из кардиозаписи. Необходимо выделить ортогональные составляющие из зашумленной кардиозаписи по методу главных компонент с последующим отбором тех, которые формируют полезный сигнал.

В соответствии с данной целью в исследовании ставятся и решаются следующие задачи:

- выделить отдельные кардиосигналы из ЭКГ;

- согласовать кардиосигналы по R- пикам;
- составить матрицу, где каждый столбец – отдельный кардиосигнал;
- уточнить положение экстремумов R-зубцов путем аппроксимации;
- разложить матрицу по сингулярным числам;
- определить количество кардиосигналов для анализа кардиозаписи.

Глава 1. Анализ предметной области

1.1 Электрокардиографии высокого разрешения

Электрокардиография - методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца. Электрокардиография представляет собой относительно недорогой, но ценный метод электрофизиологической инструментальной диагностики в кардиологии. Это один из самых информативных методов диагностики огромного числа заболеваний[3]. ЭКГ предполагает графическое отображение электрических потенциалов, которые формируются в работающем сердце. Снятие показателей и их отображение осуществляется посредством особых приборов – электрокардиографов, которые постоянно совершенствуются.

Основой электрокардиографии высокого разрешения (ЭКГ-ВР) является компьютерное усиление, усреднение и фильтрация различных участков электрокардиограммы с их последующей математической обработкой[8]. Все это позволяет выделить и анализировать низкоамплитудные сигналы, недоступные для анализа при использовании традиционных методов регистрации ЭКГ и содержащие важную диагностическую информацию.

Этот метод позволяет существенно повысить ценность электрокардиографического обследования, т.е. выявлять патологические изменения на ранних стадиях. В этих технологиях более строго реализуется биофизический подход к параметризации ЭКГ-сигнала, который требует специального преобразования измеренных сигналов на основе дополнительных сведений о физической структуре сердца и тела. Тут ключевую роль играют методы обработки данных на основе математических моделей[9].

1.2 Электрокардиограмма

Электрокардиограмма (ЭКГ) представляет собой запись электрических потенциалов активности сердца, и состоит из периодической

последовательности кардиосигналов. В типичном кардиосигнале выделяют несколько элементов: P-волна, QRS-комплекс и T-волна (рисунок 1).

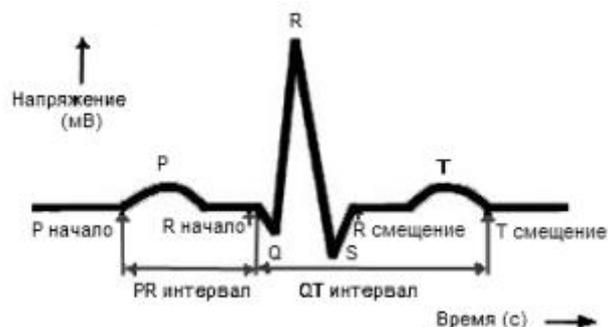


Рисунок 1 - Составляющие кардиосигнала

Интервал PQ на электрокардиограмме называют предсердным комплексом, а интервал QRS – желудочковым комплексом.

Зубцы кардиосигнала – это выпуклости и вогнутости, отражаемые на графическом представлении кардиосигнала во время электрокардиографического обследования. Сегментом кардиосигнала называют отрезок прямой линии между двумя соседними зубцами. Интервал кардиосигнала состоит из зубца (комплекса зубцов) и сегмента[6].

При записи ЭКГ сигнал неизбежно в большей или меньшей степени подвергается искажению различными шумами (физиологическими и техническими). Выделение кардиосигнала из зашумленной электрокардиограммы производится на основе ее разложения на ортогональные составляющие с последующим отбором тех, которые формируют полезный сигнал[12].

1.3 Постановка задачи

Математическая обработка электрокардиограммы имеет большой потенциал для оценки состояния сердца и сердечно-сосудистой системы. С помощью математической обработки ЭКГ можно получить информацию как о текущем состоянии сердечно-сосудистой системы, так и о патологических изменениях в самом сердце [8].

Под задачей обработки понимается решение задачи обнаружения и выделения полезной информации. В общем случае поступающий сигнал, помимо полезной составляющей, содержит и некоторую помеху, которая мешает правильно выделить информационную компоненту сигнала. В этом случае решается задача обработки, которая состоит в том, чтобы наиболее полно исключить помеху, при этом внося предсказуемые и методологически корректируемые изменения в полезный сигнал.

Наиболее перспективными диагностическими признаками в кардиосигнале являются поздние потенциалы предсердий (ППП) и поздние потенциалы желудочков (ППЖ). Они проявляются на QRS-комплексе в виде низкоамплитудных, низкочастотных сигналов [10].

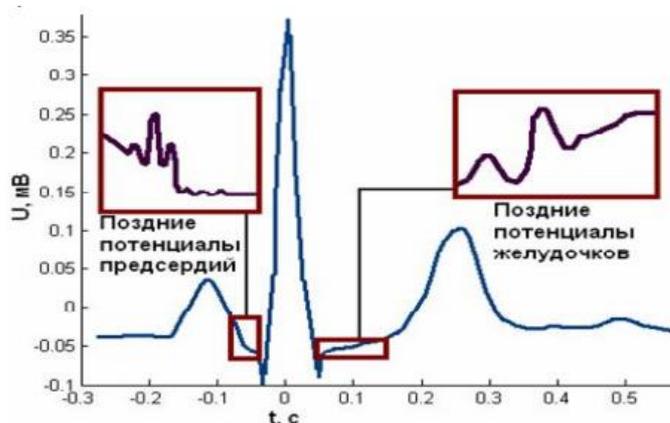


Рисунок 2 - Пример локализации на ЭКГ ППП и ППЖ

При анализе ППП и ППЖ различают временные, амплитудные и частотные параметры ЭКГ ВР. Широко используются временной и спектральный виды анализа усредненного сигнала. Также исследуется возможность применения таких методов как вейвлет-преобразование, спектры высших порядков, метод главных компонент.

В данной работе разрабатывается методика применения метода главных компонент для выделения ортогональных составляющих.

Глава 2. Математическая постановка задачи

2.1 Модель кардиосигнала

В настоящей работе предложена модель кардиосигнала, согласно которой он может быть разложен на следующие информативные составляющие:

$$x(t) = a_1 s_1(t) + a_2 s_2(t) + \eta(t) \quad (1.1)$$

Где $S_1(t)$ - регулярный процесс заряда-разряда миокарда, обусловленный только геометрическими и электрофизическими характеристиками сердца пациента, $S_2(t)$ –регулярный сигнал, вызванный возмущениями процесса заряда-разряда миокарда, обусловленными патологическими процессами, $\eta(t)$ –случайная помеха.

В данной работе, необходимо найти способ обработки кардиосигнала, чтобы устранить шумовую компоненту $\eta(t)$, и из оставшегося сигнала выделить компоненту $S_2(t)$.

2.2 Методы обработки ЭКГ

Выделение кардиосигнала из зашумленной ЭКГ до сих пор является важнейшей задачей при проведении электрокардиологических исследований. При этом распознавание информативных участков электрокардиосигнала (ЭКС), конфигурация и временное положение которых несут диагностическую информацию, может быть выполнено с использованием современных методов цифровой обработки сигналов[11].

Известны два подхода к удалению помех из зарегистрированного ЭКС. Первое направление связано с фильтрацией. Чаще всего реализация этого способа очистки сигнала от шумов связана с использованием линейных фильтров и основана на информации о частотном составе наиболее информативного PQRST-участка ЭКГ[5]. Наиболее часто используются адаптивные и нелинейные фильтры.

Этот метод был предложен Симсоном [2] и развивается школой американских кардиологов. Идея заключается в трех последовательных шагах:

1. накоплении большого набора кардиоимпульсов (300-500) и последующем вычислении кардиосигнала, среднего для этой последовательности. Предполагается, что эта процедура устраняет случайные шумы в кардиозаписи;

2. полосовой фильтрации полученного усредненного кардиосигнала в интервале 25-250 Гц;

3. измерении некоторого набора показателей на выделенном таким образом сигнале.

Удаление помех при использовании этих фильтров происходит гораздо эффективнее, но и недостаток в данном случае очевиден: результат обработки зависит от степени адекватности модели реальным сигналам. Появление в обрабатываемых ЭКГ отличий от принятой модели может привести к неверной интерпретации параметров кардиосигнала.

Второй подход к обработке ЭКГ, связанный с удалением шумов, основан на разложении ЭКГ на ортогональные составляющие с последующим отбором только тех, которые формируют полезный сигнал. В этом случае используют вейвлет-анализ, метод главных компонент и т. п. Данный подход более адаптивен к исследуемому сигналу, позволяет проводить анализ именно в том частотном диапазоне, который интересен исследователю. Недостатки - высокая трудоемкость, а также проблема выбора информативных составляющих [4].

В данной работе, для выделения ортогональных составляющих, рассматривается метод главных компонент.

Глава 3. Метод главных компонент

3.1 Описание метода главных компонент

Метод главных компонент — один из наиболее известных инструментов многомерного анализа, который позволяет уменьшить размерность данных, потеряв наименьшее количество информации. Изобретён Карлом Пирсоном в 1901 году[14].

Как и многие другие способы обработки многомерных наблюдений до появления электронно-вычислительных машин он использовался крайне редко. Центральная идея метода главных компонент (МГК) заключается в сокращении размерности исходных взаимозависимых данных путем извлечения признаков - процесса, в ходе которого пространство данных преобразуется в пространство признаков, теоретически имеющее ту же размерность, что и исходное.

При применении метода главных компонент каждый кардиосигнал записанной последовательности представляется в виде линейной комбинации некоторого ограниченного набора эталонных векторов.

Одним из вариантов такого подхода является сингулярное разложение матрицы, составленной из векторов, соответствующих отдельным кардиоимпульсам записанной последовательности. В качестве эталонных векторов используется набор левых сингулярных векторов, которым соответствуют ненулевые значения сингулярных чисел.[13]

Вычисление главных компонент может быть сведено к вычислению сингулярного разложения матрицы данных или к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных.

Сингулярное разложение выполняет декомпозицию вещественной матрицы, и эта декомпозиция единственна. Сингулярное разложение показывает геометрическую структуру матрицы и позволяет наглядно представить имеющиеся данные. Сингулярное разложение матрицы было разработано в 1873 году.

3.2 Связь метода главных компонент с сингулярным разложением

Пусть имеется матрица переменных X размерностью $(I \times J)$, где I - число образцов (строк), а J - это число независимых переменных (столбцов), которых, как правило, много ($J \gg 1$). В методе главных компонент используются новые, формальные переменные t_a ($a=1 \dots A$), являющиеся линейной комбинацией исходных переменных x_j ($j=1 \dots J$)

$$t_a = p_{a1}x_1 + \dots + p_{aJ}x_J \quad (3.1)$$

С помощью этих новых переменных матрица X разлагается в произведение двух матриц T и P -

$$X = TP^t + E = \sum_{a=1}^A t_a p_a^t + E \quad (3.2)$$

Матрица T называется матрицей счетов. Её размерность - $(I \times A)$.

Матрица P называется матрицей нагрузок. Её размерность $(A \times J)$.

E - это матрица остатков, размерностью $(I \times J)$.

Новые переменные t_a называются главными компонентами, поэтому и сам метод называется методом главных компонент. Число столбцов - t_a в матрице T , и p_a в матрице P - равно A , которое называется числом главных компонент. Эта величина заведомо меньше числа переменных J и числа образцов I .

Важным свойством метода является линейная независимость главных компонент. Матрица счетов T не перестраивается при увеличении числа компонент, а к ней просто прибавляется еще один столбец - соответствующий новому направлению. Тоже происходит и с матрицей нагрузок P [12].

Разложение матрицы по методу главных компонент не единственно возможное, поэтому воспользуемся сингулярным разложением для декомпозиции матрицы по этому методу. В этом случае исходная матрица X разлагается в произведение трех матриц:

$$X = USV^t \quad (3.3)$$

S - положительно определенная диагональная матрица, элементами которой являются сингулярные числа, а матрицы U, V - унитарные.

Связь между методом главных компонент и сингулярным разложением определяется следующими соотношениями:

$$T = US, P = V. \quad (3.4)$$

Глава 4. Разработка алгоритма решения задачи

Для выполнения поставленной задачи необходимо:

1. Сформировать матрицу из кардиозаписи;

Совокупность зарегистрированных кардиосигналов необходимо представить в виде матрицы, в i -м столбце которой записан i -й зарегистрированный кардиосигнал. При этом, все сигналы должны быть согласованы относительно положения максимума R-пика и иметь одинаковое количество отсчетов.

Для этого определяется положение максимума R-пика каждого кардиосигнала. Для каждого i -го сигнала выбирается набор отсчетов кардиозаписи: до положения максимума R-пика 200 отсчетов и 1300 отсчетов после (во временном интервале: 0,11 с до положения максимума R-пика и 0,71 с после). Длительность каждого сигнала составляет 1500 отсчетов (во временном интервале: 0,82 с).

Метод формирования матрицы разрабатывается с учетом следующих критериев: [4]

- a) Кардиоимпульсы упорядочиваются относительно друг друга по максимальному значению потенциала, которое соответствует максимальному R-зубцу кардиоимпульса;

- b) В каждом кардиоимпульсе выделяется часть, необходимая для анализа. Для всех записанных кардиоимпульсов данная часть имеет одинаковое число значений потенциалов. Каждый кардиосигнал имеет равное количество отсчетов.

Таким образом, формируется прямоугольная матрица размерности $m \times n$, где m – количество значений потенциалов, попавших в участок выбранной длительности, n – количество записанных значений потенциала (количество сигналов).

2. Уточнить положения максимумов R- зубцов;

Это необходимо для лучшего формирования матрицы, поскольку наблюдается отсутствие ярко выраженных экстремумов R-зубцов. Это может

сказаться на последующем сингулярном разложении сформированной матрицы.

С помощью аппроксимирующего полинома уточняется положение экстремума R-зубца в окрестностях найденного экстремума, таким образом, он становится более выраженным. Система уравнений, определяющая коэффициенты аппроксимирующего полинома $P_n(x_i) = f(x_i)$, $i = 0, 1, \dots, n$ имеет вид $P_n(x_i) = a_0 + a_1x_i + a_2x_i^2 + \dots + a_nx_i^n = f(x_i)$, $i = 0, 1, \dots, n$.

Коэффициенты находятся с помощью определителя Вандермонда:

$$\Delta_n(x_1, x_2, \dots, x_n) = \begin{vmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^{n-1} \\ 1 & x_2 & x_2^2 & \dots & x_2^{n-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^{n-1} \end{vmatrix}. \quad (4.1)$$

Таким образом, в исходной кардиозаписи аппроксимируются участки, которые соответствуют определенным окрестностям ранее найденных экстремумов. В результате получается кардиозапись с уточненными экстремумами R-зубцов.

3. Сформировать матрицу с уточненными положениями максимумов R-зубцов;

Совокупность зарегистрированных кардиосигналов также представляется в виде матрицы, в i -м столбце которой записан i -й зарегистрированный кардиосигнал. Но все сигналы должны быть согласованы относительно аппроксимированных значений максимума R-пика.

4. Применить сингулярное разложение для матрицы до сглаживания максимумов R-зубцов и матрицы со сглаженными зубцами;

Для матрицы X размера $m \times n$ необходимо построить разложение в виде $X=USV^T$. Где U и V - унитарные матрицы размера $m \times m$ и $n \times n$ соответственно, S - диагональная матрица с вещественными положительными числами на диагонали. Диагональные элементы матрицы S называются сингулярными числами матрицы X , а столбцы матриц U и V левыми и правыми сингулярными векторами соответственно.

5. Найти количество кардиосигналов, которое необходимо для описание кардиозаписи.

Для того, чтобы определить при каком количестве кардиосигналов дальнейшее их увеличение не несет за собой значительных изменений, необходимо вычислить нормы:

$$\|(I - U_k^* U_k^{*T}) X_n\| = S_n \quad (4.2)$$

Где X_n - столбец матрицы X , U_k^* - часть унитарной матрицы U , U_k^{*T} - транспонированная часть унитарной матрицы U , I - единичная матрица, $(I - U_k^* U_k^{*T})$ - оператор - проектор на ортогональное пространство.

По полученным нормам, необходимо построить гистограммы частотного распределения.

Глава 5. Выбор и описание программной среды

5.1 Выбор программной среды

Несмотря на наличие большого количества языков и программных сред, для реализации нашей задачи были рассмотрены математические пакеты: Mathcad, Matlab, Mathematica, Maple. Так как в этих математических пакетах была реализована функция сингулярного разложения, и это упрощает реализацию метода главных компонент, который необходим для достижения поставленной задачи.

Для реализации задачи был выбран Mathcad, т.к. это мощная, но в тоже время простая и универсальная среда, которая отвечает всем нашим требованиям.

Mathcad позволяет писать программы, содержащие конструкции, подобные программным конструкциям языков программирования. Он имеет условные передачи управления, операторы циклов, различает области видимости переменных, использует подпрограммы и рекурсии. Mathcad позволяет отображать информацию в графическом виде, что облегчает визуализацию и анализ данных[12].

5.2. Программная реализация алгоритма

Были реализованы следующие процедуры в системе Mathcad (реализация процедур представлена в приложении А):

1. Процедура поиска максимумов R-зубцов в векторе, представляющем исходную кардиозапись;
2. Процедура, представляющая исходную кардиозапись в виде матрицы, упорядочивающей кардиосигналы относительно максимумов R-зубцов, найденных с помощью процедуры, описанной выше;
3. Используя стандартные функции Mathcad было произведено сингулярное разложение матрицы кардиосигналов в виде $X=USV^T$;

Расчет сингулярного разложения в Mathcad осуществляется при помощи пары встроенных функций:

- $Svds(X)$ -получение вектора, состоящего из сингулярных чисел;
- $Svd(X)$ -получение сингулярного разложения,

где A -действительная матрица.

Необходимо получить вектор, состоящий из сингулярных чисел (с помощью встроенной функции $svds$), и сформировать диагональную матрицу S (с помощью встроенной функции $diag$) с сингулярными значениями вектора по диагонали.

Матрицы U и V получаем с помощью встроенной функции svd .

4. Процедура аппроксимации максимумов R -зубцов кардиоимпульсов;

С помощью аппроксимирующего полинома 2-степени строятся “сглаженные” R -зубцы в окрестностях найденного экстремума, таким образом, появляется более выраженный экстремум. Коэффициенты полинома находятся с помощью определителя Вандермонда.

5. Для кардиозаписи с аппроксимированными максимумами R -зубцов найдены максимумы R -зубцов и сформирована новая матрица кардиоимпульсов;

6. Применение сингулярного разложение к полученной матрице;

7. Процедура определения компонентов разложения, нормы которых значимо превышают погрешность регистрирующей аппаратуры

Глава 6. Реализация алгоритма

После применения к исходной кардиозаписи процедур, представленных в предыдущей главе, были получены следующие результаты:

1. Найдены максимумы R-зубцов в исходной кардиозаписи;

На рисунке 3 представлена исходная кардиозапись, где по оси x отложено время в секундах, по y – зарегистрированные потенциалы.

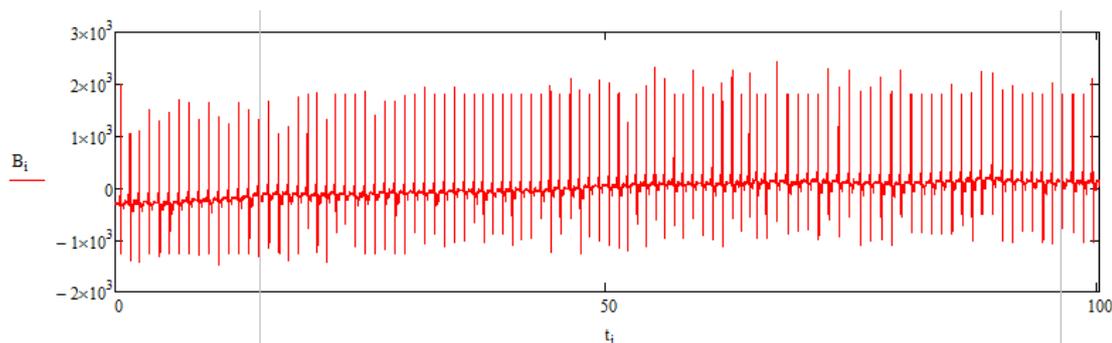


Рисунок 3 - Исходная кардиозапись

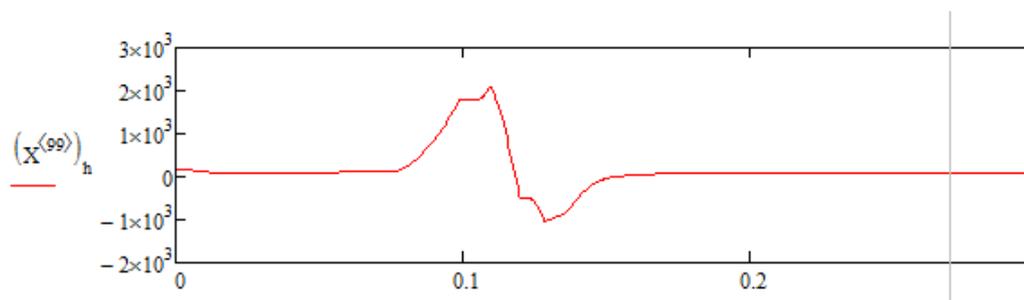


Рисунок 4 - Отдельный кардиосигнал

На рисунке 5 представлен фрагмент отсчетов максимумов R-зубцов, каждое значение которого соответствует максимуму R-зубца отдельного кардиосигнала.

	0
0	1067
1	2790
2	4552
3	6382
4	8300
5	10126
6	11857
p = 7	13681
8	15596
9	17488
10	19277
11	21099
12	22992
13	24943
14	26796
15	...

Рисунок 5 - Фрагмент отсчетов максимумов R-зубцов

2. Сформирована матрица кардиосигналов;

На рисунке 6 представлен фрагмент матрицы кардиосигналов, в которой каждый столбец - отдельный кардиосигнал.

	0	1	2	3	4	5
0	-241.259	-235.189	-260.809	-227.177	-236.676	-252.856
1	-243.384	-237.675	-263.042	-228.949	-240.578	-254.714
2	-245.447	-240.487	-265.09	-230.999	-244.625	-256.124
3	-247.544	-243.578	-267.094	-233.24	-248.668	-257.137
4	-249.814	-246.994	-269.005	-235.628	-252.516	-257.853
X = 5	-252.443	-250.78	-271.009	-238.213	-256.021	-258.512
6	-255.333	-254.932	-273.146	-240.994	-259.273	-259.302
7	-258.528	-259.446	-275.458	-243.922	-262.172	-260.413
8	-261.929	-264.268	-277.937	-247.133	-264.855	-261.984
9	-265.39	-269.3	-280.574	-250.667	-267.413	-264.058
10	-268.857	-274.488	-283.315	-254.514	-270.032	-266.722
11	-272.138	-279.732	-286.149	-258.713	-272.756	...

Рисунок 6 - Фрагмент матрицы кардиосигналов

3. Получено сингулярное разложение матрицы кардиосигналов в виде $X=USV^T$;

Был найден вектор сингулярных чисел, представленный на рисунке 7.

	0
0	106633.1573642505
1	54349.22546072204
2	33275.50795856161
3	9651.436819524313
4	7204.100913567154
5	6047.077900218495
6	3940.9231467411987
7	3791.6367354220265
8	3241.7053451903325
9	2571.906943206623
10	2044.3719177220385
11	1843.0783090276623
12	1658.0811297175865
13	1450.9279369075239
14	1354.8063843878376
15	...

Рисунок 7 - Фрагмент вектора сингулярных чисел

Был построен график сингулярных чисел первоначальной матрицы кардиосигналов (рисунок 8). Из графика видно, что точка перегиба графика соответствует 4-ой компоненте, и после неё функция асимптотически стремится к нулю. Поэтому, можно сделать вывод, что матрица имеет 4 главных компоненты.

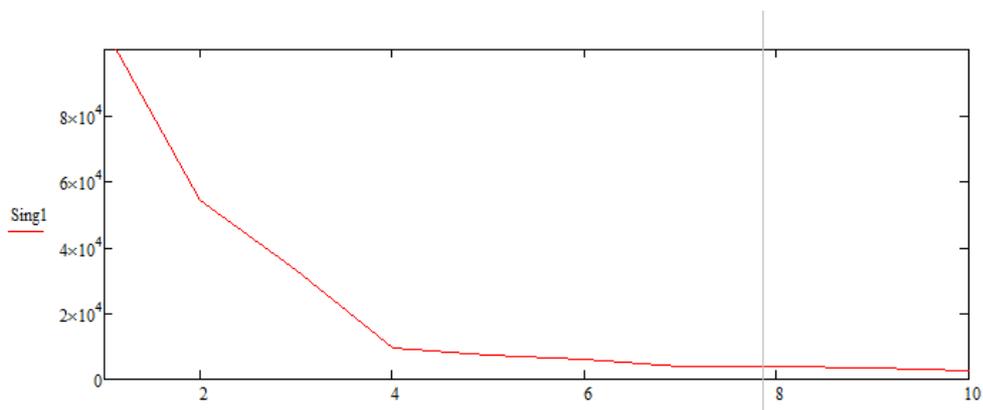


Рисунок 8 - График сингулярных чисел матрицы кардиосигналов

4. Были аппроксимированы максимумы R-зубцов кардиоимпульсов; На рисунке 9 представлены R-зубцы кардиосигнала (до и после аппроксимации соответственно)

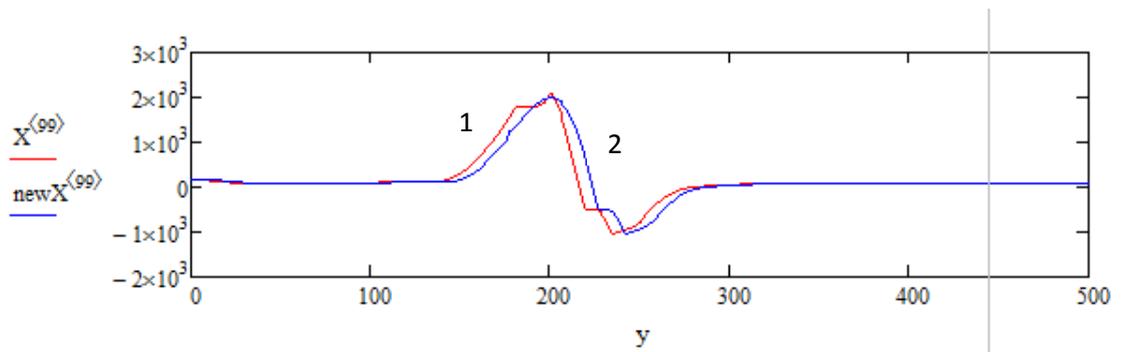


Рисунок 9 - График отдельного кардиосигнала до аппроксимации (график 1) и после аппроксимации (график 2)

5. Для кардиозаписи с аппроксимированными максимумами R-зубцами были найдены максимумы R-зубцов и сформирована матрица кардиоимпульсов (на рисунке 10 показано смещение R-зубцов после аппроксимации для каждого кардиосигнала);

$$Sme := \sqrt{(newP - p)^2} =$$

	0
84	9
85	10
86	4
87	11
88	5
89	5
90	8
91	10
92	14
93	11
94	8
95	8
96	10
97	10
98	5
99	...

Рисунок 10 - Фрагмент последовательности смещений максимумов R-зубцов после аппроксимации

Максимальное смещение равно 16, среднее смещение равно 6. Исходя из полученных результатов, можно говорить о существенном влиянии аппроксимации на исходные данные.

6. К полученной матрице была применена операция сингулярного разложения;

Был построен график сингулярных чисел для матрицы с аппроксимированными зубцами (рисунок 11) . Из графика видно, что точка перегиба графика соответствует 3-ей компоненты, и после неё функция асимптотически стремится к нулю. Поэтому, можно сделать вывод, что матрица имеет 3 главных компоненты.

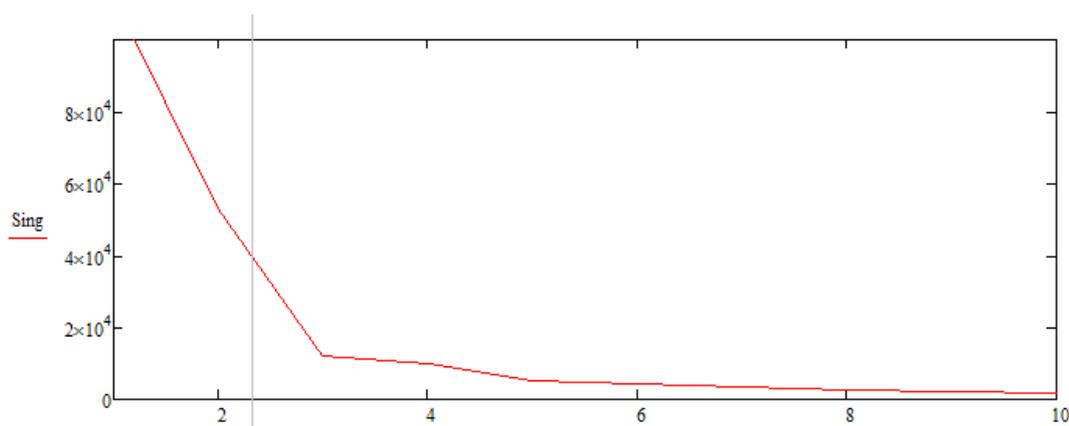


Рисунок 11 - График сингулярных чисел уточненной матрицы

У первоначальной матрицы было 4 главных компоненты, т.е. число значимых членов уменьшилось. Значит, можно сделать вывод, что один из источников изменчивости был устранен.

7. Определение количества кардиосигналов, которые будут характеризовать всю кардиозапись достаточно полно.

На рисунках представлены гистограммы частотного распределения для 50 столбцов (рисунок 12), для 60 столбцов (рисунок 13) и для 70 столбцов (рисунок 14).

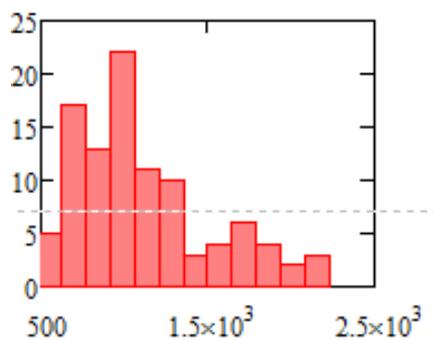


Рисунок 12. Частотное распределение для 50 столбцов матрицы

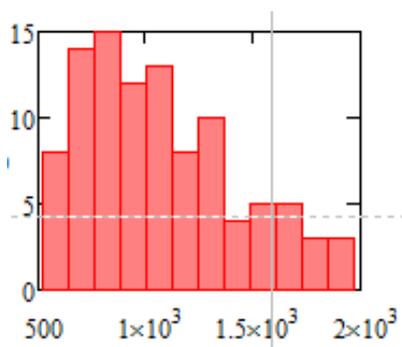


Рисунок 13. Частотное распределение для 60 столбцов матрицы

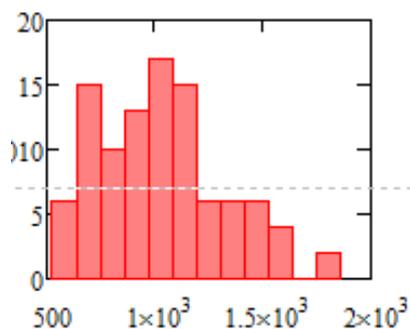


Рисунок 14. Частотное распределение для 70 столбцов матрицы

Гистограмма для 60 столбцов приобретает устойчивую форму, и дальнейшее увеличение количества столбцов не несет существенного изменения формы. Максимум приходится на 4-5 столбец гистограммы

По представленным гистограммам можно сделать вывод, что 60 столбцов (60 кардиосигналов) несут в себе достаточно информации обо всей кардиозаписи. Это существенно меньше, чем было предложено Симпсоном для анализа кардиозаписи.

Исходя из полученных результатов, методика применения главных компонент состоит из следующих шагов:

1. Нахождение максимумов R-пиков кардиозаписи
2. Аппроксимация найденных максимумов R-пиков
3. Формирование матрицы кардосигналов, в которой:
 - a. Кардиоимпульсы упорядочиваются относительно друг друга по максимальному значению потенциала, которое соответствует R-зубцу кардиоимпульса.
 - b. В каждом кардиоимпульсе выделяется часть, необходимая для анализа. Для всех записанных кардиоимпульсов данная часть имеет одинаковое число значений потенциалов. Часть кардиограммы, не требующаяся для последующего анализа, не учитывается.
4. Применение сингулярного разложения к полученной матрицы
5. Определение количества кардосигналов для анализа.

Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на проект, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

7.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ при выполнении выпускной квалификационной работы является важным этапом, так как мы можем определить трудоемкость проводимых работ, а трудовые затраты составляют основную часть стоимости научно-исследовательской работы (НИР).

Трудоемкость – это максимально допустимые затраты труда в человеко-днях на выполнение НИР с учетом организационно технических мероприятий, обеспечивающих наиболее рациональное использование выделенных ресурсов.

Существуют разные методы расчета продолжительности этапов работы, в рамках данной НИР используется экспертный способ. Он предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию.

Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется следующая формула.

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5} \quad (7.1)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.; t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для выполнения задания требуются специалисты:

- математик-программист – исполнитель НИР;
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ОЖ}}{K_{ВН}} K_{Д} \quad (7.2)$$

где $t_{ОЖ}$ – продолжительность работы, дн.; $K_{ВН}$ – коэффициент выполнения ра-бот, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предваритель-но определенных длительностей; $K_{Д}$ □ коэффициент, учитывающий дополни-тельное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование ра-бот ($K_{Д} = 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} T_{КАЛ} \quad (7.3)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях; $T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{КАЛ} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (7.4)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$); $T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$); $T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$). По формуле (7.4) рассчитаем:

$$T_{КАЛ} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,2$$

7.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- оплата услуг связи;
- прочие (накладные расходы) расходы.

7.3 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} t_{\text{об}} C_{\text{э}} \quad (7.5)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт; $C_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час; $t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

В Томском политехническом университете $C_{\text{э}} = 5,257$ руб./квт·час с учетом налога на добавленную стоимость.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 5.2 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} K_t \quad (7.6)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{рд}$, определяется исполнителем самостоятельно.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном} K_c \quad (7.7)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность оборудования, кВт; $K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_c = 1$.

Расчет затраты на электроэнергию для технологических целей представлены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Затраты на электроэнергию

Наименования оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность РОБ, кВт	Затраты ЭОБ, руб.
Персональный компьютер	640*0,8	0,4	1 076,63
Итого:			1 076,63

7.4 Расчет заработной платы

Смета затрат на оплату труда в большинстве случаев составляет наибольшую часть себестоимости ВКР. Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = \frac{МО}{21.83} \quad (7.8)$$

учитывающей, что в году 298 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 21,83 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 7.5. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 7.1. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий коэффициент:

$$K_p = 1,3.$$

Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на коэффициент: $K_p = 1,3$.

Таблица 7.4 – Расчет затрат на полную заработную плату

Исполнитель	Оклад руб./мес	Средне- дневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы,ру б
НР	23264,86	1065,73	34	1.3	47105,3
И	14874,45	681,38	64	1.3	56690,8
Итого					103796,1

7.5 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, то есть:

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{зп}} * 0,271 \quad (7.9)$$

Итак, в нашем случае:

$$C_{\text{соц.}} = 103796.1 * 0,271 = 28128,7 \text{ руб.}$$

7.6 Расчет амортизационных расходов

В данном разделе рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта по формуле:

$$C_{\text{АМ}} = \frac{H_A C_{\text{об}} t_{\text{рф}} n}{F} \quad (7.10)$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования ($H_A=0,4$); $C_{\text{об}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.; F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку $C_{\text{АМ}}$ ($F_D = 298 * 8 = 2384$ часа); n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Рассчитаем амортизацию используемого компьютера по формуле

(7.10):

$$C_{\text{АМ}} = \frac{0.4 * 4000 * 20 * 0.8}{2384} = 3436 \text{ ру}$$

7.7 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, к ним относятся содержание оргтехники, услуги связи, представительные расходы и другие. Их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов:

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{зн}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) * 0,1 \quad (7.11)$$

Найдем прочие расходы по формуле (5.11) учитывая данные полученные выше:

$$C_{проч.} = (103796,1 + 28128,7 + 1076,63 + 3436) \cdot 0,1 = 13643,7.$$

7.8 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Разработка методики применения метода главных компонент к кардиосигналу». Смета затрат на разработку представлена в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	<i>Сзп</i>	103796,1
Отчисления в социальные фонды	<i>Ссоц</i>	28128,7
Расходы на электроэнергию	<i>Сэл.</i>	1076,63
Амортизационные отчисления	<i>Сам</i>	3436
Прочие расходы	<i>Спроч</i>	13643,7
Итого:		150081

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 150081$ руб.

7.9 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i n_i \quad (7.12)$$

где $K_{НТУ}$ – интегральный индекс научно-технического уровня; R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта; n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Таблица 7.6 – Весовые коэффициенты признаков НТУ

Признаки научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИР	R_i
Уровень новизны	Систематизируются и обобщаются сведения, определяются пути дальнейших исследований	0,4
Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и	0,1

	т.п.)	
Возможность реализации	Время реализации в течение первых лет	0,5

Таблица 7.7 – Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны – n1	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8-10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2-4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 7.8 – Баллы значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов – n2	Баллы

Установка закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0.5

Таблица 7.9 – Возможность реализации результатов по времени

Время реализации – n3	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

В таблице 7.10 указано соответствие качественных уровней НИР значениям показателя, рассчитываемого по формуле 5.10.

Таблица 7.10 – Качественные уровни НИР

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Глава 8. Социальная ответственность

Аннотация

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) IS CSR-08260008000: 2011 «Социальная ответственность организации».

В соответствии с МС - Социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

Введение

Данный раздел дипломной работы посвящен исследованию оптимальных условий труда инженера–программиста. В качестве объекта исследования выступают рабочее место программиста и помещение, в котором оно находится.

Выполнение выпускной квалификационной работы проводилось в Институте Кибернетики (ИК) Томского Политехнического Университета (ТПУ) на кафедре Программной инженерии. Выпускная квалификационная

работа заключалась в разработке методики применения метода главных компонент к кардиосигналу. Во время выполнения данной работы были разработаны алгоритмы, смоделирована методика применения и реализованы разработанные алгоритмы в математическом пакете Mathcad.

Основными средствами для выполнения дипломного проекта являлись персональный компьютер и локальная вычислительная сеть с выходом в Интернет.

8.1 Производственная безопасность

Таблица 8.1 – Опасные и вредные факторы при разработке методики применения метода главных компонент к кардиосигналу.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Электронно-вычислительная машина. 2. Кондиционер.	1. Шум на рабочем месте. 2. Микроклимат 3. Электромагнитные излучения. 4. Освещенность рабочей зоны.	1. Электрический ток.	Параметры шума устанавливаются СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [9]. Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96 [10]. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[11]. Параметры естественного и искусственного освещения

			устанавливаются СНиП 23-05-95[12]. ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ.Электробезопасность [13].
--	--	--	---

8.1.1 Анализ выявленных вредных факторов

8.1.1.1 Шум на рабочем месте

Шум – это совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека и мешающих его работе и отдыху. Основным источником шума при работе с вычислительными машинами является системный блок. В современном мире настоящей проблемой системных блоков стала шумность систем вентиляции. Это происходит за счет того, что современные процессоры стали более мощные. Естественно, что чем выше частота процессора, тем выше будет его энергопотребление. Таким образом, возникает нужда в более мощном охлаждении. И соответственно растет уровень шума, создаваемый системой вентиляции. Также источником шума является охлаждающий блок питания, процессор, графические платы и жесткие диски [9].

Шум оказывает отрицательное влияние, как на качество работы человека, так и на его здоровье. Постоянное воздействие сильного шума может не только отрицательно повлиять на слух, но и вызвать другие вредные последствия – звон в ушах, головокружение, головную боль, повышение усталости. Шум обладает аккумулятивным эффектом, то есть акустические раздражения, накапливаясь в организме, всё сильнее угнетают его. Поэтому перед потерей слуха от воздействия шумов возникает функциональное расстройство центральной нервной системы. Человек, постоянно подвергающийся воздействию шума, быстро переутомляется, отличается повышенной раздражительностью, становится забывчивым, чаще страдает от слабости и головокружения. Уровень звука на рабочих местах, связанных с

творческой деятельностью, научной деятельностью, программированием, преподаванием и обучением не должен превышать 50 дБА по ГОСТ 12.1.003-83 и СН 2.2.4/2.1.8.562–96. [9].

Меры, которые необходимо принять, для того чтобы помещение было менее зашумленным – это обеспечить нормальную вентиляцию системного блока. Для охлаждения необходимо оборудовать со стороны вентиляционных отверстий хотя бы 20-30 см свободного пространства. Не загромождать оборудование посторонними предметами, которые снижают теплоотдачу, прочищать вентиляционные отверстия от пыли пылесосом[9].

8.1.1.2 Микроклимат

В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения. Работа инженера-программиста относится к категории работ Ia, в которую входят работы с интенсивностью энергозатрат до 139Вт, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и чистоты воздуха на рабочих местах и в помещениях применяют вентиляцию. Общеобменная вентиляция используется для обеспечения в помещениях соответствующего микроклимата. Периодически должен вестись контроль влажностью воздуха. В летнее время при высокой уличной температуре должны использоваться системы кондиционирования.

В холодное время года предусматривается система отопления. Для отопления помещений используются водяные системы центрального отопления. При недостаточной эффективности центрального отопления должны быть использованы масляные электрические нагреватели.

Радиаторы должны устанавливаться в нишах, прикрытых деревянными или металлическими решетками. Применение таких решеток способствует также повышению электробезопасности в помещениях. При этом температура на поверхности нагревательных приборов не должна превышать 95°C, чтобы исключить пригорание пыли. В аудитории, в которой осуществлялось выполнение диплома, параметры микроклимата находятся в пределах нормы.

8.1.1.3 Электромагнитные излучения

Когда все устройства персонального компьютера включены, в районе рабочего места программиста, формируется сложное по структуре электромагнитное поле. Реальную угрозу для пользователя компьютера представляют электромагнитные поля. Известно, что монитор персонального компьютера является источником[11]:

- электростатического поля;
- слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном в диапазонах (2 Гц – 400 кГц);
- ультрафиолетового излучения;
- инфракрасного излучения;
- излучения видимого диапазона.

В организме человека под влиянием электромагнитного излучения монитора происходят значительные изменения гормонального состояния, специфические изменения биотоков головного мозга, изменение обмена веществ. Пыль, притягиваемая электростатическим полем монитора, иногда становится причиной дерматитов лица, обострения астматических симптомов, раздражения слизистых оболочек [11, 12].

Для снижения воздействия электромагнитного излучения следует применять мониторы с пониженным уровнем излучения, также устанавливать защитные экраны, придерживаться регламентированного режима труда и отдыха, а также проводить регулярную гигиеническую уборку помещения.

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в таблице 8.6 и таблице 8.7, в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Таблица 8.1 - Временные допустимые ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Таблица 8.2 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		

Для оценки соблюдения уровней необходим производственный контроль (измерения). В случае превышения уровней необходимы организационно-технические мероприятия (защита временем, расстоянием,

экранирование источника, либо рабочей зоны, замена оборудования, использование СИЗ).

8.1.1.4 Освещенность рабочей зоны

Соответствующее производственное освещение способствует улучшению условий зрительной работы, как следствие снижает утомляемость и способствует повышению производительности труда.

В компьютерных залах должно быть естественное и искусственное освещение, то есть комбинированное. Естественное освещение обеспечивается через оконные проемы с коэффициентом естественного освещения (КЕО) не ниже 1,2% в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1,5% на остальной территории. Световой поток из оконного проема должен падать на рабочее место оператора с левой стороны. Искусственное освещение в помещениях эксплуатации компьютеров должно осуществляться системой общего равномерного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения документа должна быть 300-500 лк. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк по СНиП 23-05-95 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [13].

Основным гигиеническим требованием является достаточно равномерная освещенность всего поля зрения. То есть уровень освещенности помещения, и яркость экрана монитора должны быть соотносимы: яркий свет в районе периферийного зрения повышает напряженность глаз и приводит к утомляемости. Приведем расчет искусственного освещения в помещении

Расчет системы искусственного освещения проводится для прямоугольного помещения, размерами: длина $A = 6$ (м), ширина $B = 5$ (м), высота $H = 4$ (м).

Вычислим расчетную высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью по формуле 1 для компьютерной аудитории кафедры программной инженерии:

$$H = 4 - 0,7 - 0,01 = 3,29 \text{ м.}$$
 где S – площадь помещения, м^2 ; A – длина комнаты, м; B – ширина .

Исходя из того, что потолок в помещении чистый бетонный, а также свежепобеленные стены без окон, согласно методическим указаниям, примем коэффициенты отражения от стен $\rho_c = 70\%$ и потолка $\rho_n = 50\%$ [5]. По таблице коэффициентов использования светового потока для соответствующих значений i , ρ_c и ρ_n примем $\eta = 0,29$.

Коэффициент запаса k учитывает запыленность светильников и их износ. Для помещений с малым выделением пыли $k = 1,5$. Поправочный коэффициент z – это коэффициент неравномерности освещения. Для люминесцентных ламп $z = 1,1$. В помещении находятся светильники ЛВО 4×18 CSVТ с люминесцентными лампами типа L 18W/640 с потоком $F = 1200$ лм. Учитывая все параметры, рассмотренные выше, освещенность в рассматриваемом помещении освещенность находится в пределах нормы.

8.1.2 Анализ выявленных опасных факторов

Опасный фактор – это фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной травмы, острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти.

8.1.2.1 Электрический ток.

Во время использования средства вычислительной техники или другими периферийными устройствами оператор должен осторожно обращаться с электропроводкой, аппаратами и приборами и всегда помнить, что, если не

придерживаться правил безопасности, то это может угрожать здоровью и жизни человека.

Степень опасного воздействия на человека электрического тока зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути прохождения тока через тело человека;
- продолжительности воздействия на организм человека;
- условий внешней среды.

Согласно ПУЭ аудиторию КЦ–105 НИ ТПУ по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности.

Основными мероприятиями по защите от электропоражения являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей путем использования изоляции в корпусах оборудования;
- применение средств коллективной защиты от поражения электрическим током;
- защитного заземления, зануления (ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ.);
- защитного отключения;
- использование устройств бесперебойного питания.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Электробезопасность должна обеспечиваться (ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ):

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

8.2 Экологическая безопасность

Рассмотрим загрязнения литосферы в результате исследовательской деятельности бытовым мусором, на примере люминесцентных ламп. Их эксплуатация требует осторожности и четкого выполнения инструкции по обращению с данным отходом (код отхода 35330100 13 01 1, класс опасности – 1[16]). В данной лампе содержится опасное вещество ртуть в газообразном состоянии. При не правильной утилизации, лампа может разбиться и пары ртути могут попасть в окружающую среду. Вдыхание паров ртути может привести к тяжелому повреждению здоровья.

При перегорании ртутьсодержащей лампы (выходе из строя) её замену осуществляет лицо, ответственное за сбор и хранение ламп (обученное по электробезопасности и правилам обращения с отходом). Отработанные люминесцентные лампы сдаются только на полигон токсичных отходов для захоронения. Запрещается сваливать отработанные люминесцентные лампы с мусором [17].

Бытовой мусор помещений организаций несортированный, образованный в результате деятельности работников предприятия (код отхода 91200400 01 00 4). Агрегатное состояние отхода твердое; основные компоненты: бумага и древесина, металлы, пластмассы и др. [16]. Для сбора мусора рабочее место оснащается урной. При заполнении урны, мусор выносится в контейнер бытовых отходов. Предприятие заключает договор с коммунальным хозяйством по вывозу и размещению мусора на организованных свалках.

8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления,

катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Перечень возможных ЧС на объекте исследования может быть достаточно широк. Ограничиваясь местоположением объекта и условиями его эксплуатации, его можно представить следующим (ориентировочным) вариантом:

- наводнение;
- удар молнии;
- пожар на объекте;
- взрыв.

Наиболее вероятной ЧС в рамках рассматриваемого помещения является пожар.

В этом разделе наиболее актуальным будет рассмотрение вида ЧС – пожар, определение категории помещения по пожаровзрывобезопасности в котором происходит управление технологическим процессом, то есть аудитория КЦ–105 НИ ТПУ и регламентирование мер противопожарной безопасности.

Рабочее место оператора поста управления, должно соответствовать требованиям ФЗ Технический регламент по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91 и СНиП 21-01-97.

Помещение, в котором велась работа по степени пожаробезопасности относится к категории Д, т.е. к помещению, в котором находятся негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Гипотетически возникновение пожара может возникнуть от следующих источников воспламенения:

- искра при разряде статистического электричества;
- искра от электрооборудования;
- искры от удара и трения;
- открытое пламя.

Основными мерами по повышению устойчивости помещения к дан-ной ЧС являются в первую очередь исключение образования благоприятной для пожара среды (контроль воздухообмена), а также использование трудно сгораемых материалов при отделке рабочего помещения [15].

Необходимо предусмотреть безопасную эвакуацию людей на случай возникновения пожара. При пожаре люди должны покинуть помещение в течение минимального времени. Помещение, в котором выполнялась работа, входит в общий план эвакуации этажа, который предусматривает выход из всех помещений этажа в основной или запасной эвакуационные выходы здания. Эвакуация проводится согласно плану эвакуации, который выставлен на всеобщее обозрение в нескольких местах на каждом этаже. В каждом кабинете установлен углекислотный огнетушитель ОУ-2 и табличка с указанием лица, ответственного за пожарную безопасность.

8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

8.4.1 Требования эргономики

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Организация рабочего места программиста или оператора регламентируется следующими нормативными документами:

ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ, ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и рядом других.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных 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 программиста или оператора являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

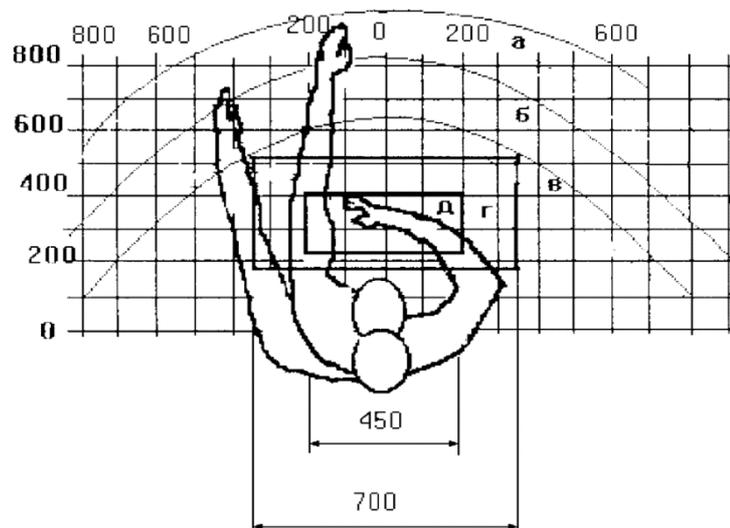


Рисунок 4.2.1 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости
а - зона максимальной досягаемости;

б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

в - зона легкой досягаемости ладони;

г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;

д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

- дисплей размещается в зоне "а" (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура - в зоне "г"/"д";
- манипулятор "мышь" - в зоне "в" справа;
- документация: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони – "в", а в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

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 программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).
- высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего стула (кресла).

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также регулируемым по расстоянию спинки от переднего края сиденья. Конструкция стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 - 550 мм и углов наклона вперед до 15° и назад до 5° ;
- высоту опорной поверхности спинки 300 ± 20 мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах $0 \pm 30^\circ$;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм;

- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм;

- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 - 500 мм.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнения.

Кресло следует устанавливать на такой высоте, чтобы не чувствовалось давления на копчик (это может быть при низком расположении кресла) или на бедра (при слишком высоком).

Работающий за ПЭВМ должен сидеть прямо, опираясь в области нижнего края лопаток на спинку кресла, не сутулясь, с небольшим наклоном головы вперед (до $5-7^\circ$). Предплечья должны опираться на поверхность стола, снимая тем самым статическое напряжение плечевого пояса и рук.

Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20° . Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

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 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300 - 450 мм). 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...0,7 м);
- углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от -10° до $+20^\circ$ относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

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.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами:

- нет хорошей подставки для документов;
- клавиатура находится слишком высоко, а документы – низко;
- некуда положить руки и кисти;
- недостаточно пространство для ног.

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.

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.

Рабочее место в комнате № 105 ИК ТПУ отвечает данным условиям.

8.4.2 Режим труда

Как уже было неоднократно отмечено, при работе с персональным компьютером очень важную роль играет соблюдение правильного режима труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и рука

8.4.3 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Нормы трудового права – это правила трудовых отношений, установленные или санкционированные государством посредством законодательных актов.

Нормы трудового права регулируют любые отношения, связанные с использованием личного труда.

Формы их реализации разнообразны:

- собственно, трудовые отношения;
- организация труда и управление им;
- трудоустройство работников;
- социальное партнерство, коллективные отношения;
- содействие занятости безработных лиц;
- организация профессиональной подготовки и повышения квалификации;
- обеспечение мер по охране труда граждан;
- осуществление контроля и надзора за соблюдением законодательства;
- социальная и правовая защита работников, решение трудовых споров;
- деятельность профессиональных союзов;
- отношения взаимной материальной ответственности работника и работодателя;
- защита прав и интересов работодателей.

Рассмотрим регулирование коллективных отношений.

Настоящий коллективный договор является правовым актом, регулирующим социально-трудовые отношения работников АО «ЕВРАЗ ЗСМК» с работодателем.

Основной задачей коллективного договора является создание необходимых организационно-правовых условий для достижения оптимального согласования интересов сторон трудовых отношений.

По заключенному коллективному договору работодатель обязан:

- соблюдать трудовое законодательство и иные нормативные правовые акты, содержащие нормы трудового права, локальные нормативные акты, условия коллективного договора, соглашений и трудовых договоров;
- предоставлять работникам работу, обусловленную трудовым договором;
- обеспечивать безопасность и условия труда, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда;
- обеспечивать работников оборудованием, инструментами, технической документацией и иными средствами, необходимыми для исполнения ими трудовых обязанностей;
- обеспечивать работникам равную оплату за труд равной ценности, постоянно совершенствовать организацию оплаты и стимулирования труда, обеспечить материальную заинтересованность работников в результатах их труда;
- выплачивать в полном размере причитающуюся работникам заработную плату в сроки, установленные в соответствии с ТК РФ, коллективным договором, настоящими Правилами, трудовыми договорами;
- вести коллективные переговоры, а также заключать коллективный договор в порядке, установленном ТК РФ;
- знакомить работников под роспись с принимаемыми локальными нормативными актами, непосредственно связанными с их трудовой деятельностью;
- создавать условия, обеспечивающие участие работников в управлении организацией в предусмотренных ТК РФ, иными федеральными законами и коллективным договором формах;
- осуществлять обязательное социальное страхование работников в порядке, установленном федеральными законами;

- возмещать вред, причиненный работникам в связи с исполнением ими трудовых обязанностей, а также компенсировать моральный вред в порядке и на условиях, которые установлены ТК РФ, федеральными законами и иными нормативными правовыми актами РФ;

- принимать необходимые меры по профилактике производственного травматизма, профессиональных или других заболеваний работников, своевременно предоставлять льготы и компенсации в связи с вредными (опасными, тяжелыми) условиями труда (сокращенный рабочий день, дополнительные отпуска и др.), обеспечивать в соответствии с действующими нормами и положениями специальной одеждой и обувью, другими средствами индивидуальной защиты;

- постоянно контролировать знание и соблюдение работниками всех требований инструкций по охране труда, производственной санитарии и гигиене труда, противопожарной безопасности;

Работодатель обязуется проводить аттестацию и сертификацию рабочих мест один раз в пять лет с участием представителя профкома.

Если по результатам аттестации рабочее место не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям и признано условно аттестованным, разрабатывать совместно с профкомом план мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда на данном рабочем месте и обеспечивать их выполнение.

Ежегодно издавать приказ о мероприятиях по охране труда и промышленной безопасности, считать эти мероприятия соглашением по охране труда на год.

Обеспечивать за счет средств работодателя:

- Проведение инструктажей по охране труда, обучение лиц, поступающих на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, проведение периодического обучения по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в период работы.

- Проведение обязательных периодических медицинских осмотров (обследований) работников, в том числе женщин в женской консультации, в рабочее время по графику медицинских осмотров, с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров.

- Наличие на производственных участках аптечек для оказания первой помощи пострадавшим и обработки микротравм; наличие в аптечках рекомендованного МЛПУ «Городская клиническая больница №1» перечня средств и медикаментов, их ежегодную замену.

- Выдачу молока работникам Общества в дни фактического выполнения работ, в том числе при выполнении работ временными ремонтными бригадами на местах с наличием вредных факторов в соответствии с медицинскими показаниями в количестве:

- при длительности смены до 8 часов – 0,5 л (1 талон);
- при длительности смены 11,5 часов – 0,75 л (3 талона на две смены).

- На горячих участках и участках с вредными условиями труда обеспечивать работников сухим чаем из расчета 8 грамм на одного человека в смену. Списки работников, которым необходимо выдавать чай, утверждаются совместным постановлением работодателя и профкома.

- На работах, связанных с загрязнением, выдавать бесплатно банное мыло по норме 400 грамм на одного человека в месяц.

- Выдачу работникам защитных паст в дни работы на основании перечня, утвержденного совместным постановлением работодателя и профкома.

- Бесплатную выдачу витаминных препаратов работникам, подвергающимся воздействию высокой температуры окружающей среды и интенсивному теплооблучению при выполнении работ с особо вредными условиями труда в соответствии со списками, утвержденными совместным постановлением работодателя и профкома.

- Дополнительное страхование работников от несчастных случаев на производстве.

Порядок обеспечения работников спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты, стирки и дезинфекции устанавливается локальными нормативными актами работодателя, принимаемыми по согласованию с профкомом.

Перечень изменений и дополнений к нормативам, утвержденным законодательством РФ выдачи спецодежды, спецобуви и средств индивидуальной защиты определяется приложением к коллективному договору.

Заключение

В ходе выполнения бакалаврской работы была изучена литература по проблеме обработки кардиозаписей, выяснена эффективность метода ЭКГ ВР для анализа и диагностики кардиозаписей. Рассмотрены математические методы обработки ЭКГ ВР. Изучены методы разложения сигналов, критерии разложения. Была разработана и описана методика применения метода главных компонент для кардиосигналов. Выявлена необходимость аппроксимации максимумов R-зубцов кардиоимпульсов, так как аппроксимация существенно улучшила анализ кардиозаписи. Также определено количество кардиосигналов, которое характеризует всю кардиозапись, но при этом значительно меньше всей кардиозаписи.

В соответствии с целью в исследовании были решены следующие задачи:

- Разработана процедура нахождения максимумов R-пиков кардиозаписи;
 - Разработана процедура аппроксимация найденных максимумов R-пиков;
 - Разработан метод формирования матрицы кардиосигналов, в которой:
 - Кардиоимпульсы упорядочивались относительно друг друга по максимальному значению потенциала, которое соответствует R-зубцу кардиоимпульса;
 - В каждом кардиоимпульсе выделялась часть, необходимая для анализа.
- Все кардиоимпульсы имеют одинаковое количество отсчетов;
- Применение процедуры сингулярного разложения к полученной матрице;
 - Определение количества кардиосигналов для анализа.

Список публикаций

1. О. Н. Вылегжанин, О. О. Демидова, К. А. Марченко ; // Технологии Microsoft в теории и практике программирования : сборник трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г.Томск, 22-23 марта 2016 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — [С. 65-66].

Список литературы

1. Г.Г.Иванов, В.Е.Дворников. Электрокардиография высокого разрешения, Издательство Российского университета дружбы народов.1999.
2. Simson M. B. Use of signals in the terminal QRS-complex to identify patients with ventricular tachycardia after myocardial infarction //Circulation. 1981. Vol.64. № 2. Pp. 235–241.
3. Викторов И. В. Современные компьютерные системы для автоматического анализа электрокардиосигналов. //Медицинская техника. – 1994. – №1. – с.34 – 35.
4. Авдеева Д.К., Вылегжанин О.Н., Пеньков П.Г., Кашуба И.В., Турушев Н.В. Выделение референтного импульса из зашумленной последовательности // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 13. – С.107-110.
5. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений: пер с англ.– М. Мир, 1980.– 279 с.
6. 2. Зайченко К. В., Жаринов О. О., Кулин А. Н., Кулыгина Л. А., Орлов А. П. Съём и обработка биоэлектрических сигналов. Учебное пособие / Под ред. К. В. Зайченко .– СПб. : СПбГУАП, 2001. 140 с.
7. Д. В. Казаков. Квазипериодическая двухкомпонентная динамическая модель для синтеза кардиосигнала с использованием временных рядов и метода Рунге–Кутты четвёртого порядка // Компьютерные исследование и моделирование, 2012 Т. 4 № 1 С. 143–154.
8. Мазур Н.А. Внезапная смерть // В кн. Болезни сердца и сосудов. Под ред. Е.И. Чазова. - М.:Медицина, 1992, С. 133-146.
9. Викторов И.В. Современные компьютерные системы для автоматического анализа электрокардиосигналов // Медицинская техника. – 1994. – № 1. – С. 34–35.

10. Жаринов О.О., Жаринов И.О. Электрокардиография высокого разрешения: новый подход к обработке сигнала // Научно–технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2006. – №33. – С. 106–120.
11. Jarno M.A. Tanskanen, Jari J. Viik. Independent Component Analysis in ECG Signal Processing, Advances in Electrocardiograms – Methods and Analysis, PhD. Richard Millis (Ed.) // InTech – 2012. – P. 349 – 372.
12. R. Simoliuniene, A. Krisciukaitis, A. Macas, G. Baksyte, V. Saferis, R. Zaliunas. Principal Component Analysis Based Method for Detection and Evaluation of ECG T-Wave Alternans // Computers in Cardiology. – 2008. – Vol. 35 – P. 757–760.
13. F. Castells, P. Laguna, L. Srnmo, A. Bollmann, J. Millet Roig. Principal Component Analysis in ECG Signal Processing // EURASIP Journal on Advances in Signal Processing – Vol. 2007. – Article ID 74580. – 21 pages.
14. Алексей Померанцев. Метод Главных Компонент (PCA) [Электронный ресурс] – Режим доступа:<http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/pca.htm>.
15. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
16. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
17. СанПиН 2.2.2.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
19. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
20. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
21. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

22. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

Приложение А (обязательное)

На рисунке 14 представлена программа поиска максимумов R-зубцов:

```
Search2(CV,N) := | k ← 0  
                  | Max ← 500  
                  | for i ∈ 0..N  
                  |   if CVi > 500  
                  |     if CVi > Max  
                  |       | Max ← CVi  
                  |       | NumMaxk ← i  
                  |     if CVi > 500  
                  |       | CVi+1 < 500  
                  |       | k ← k + 1  
                  |       | Max ← 500  
                  | NumMax
```

Рисунок 15. Программа поиска максимумов R-зубцов

На рисунке 16 представлена программа формирования матрицы кардиосигналов:

```

Form(CV,maxmass) :=
  for i ∈ 0..1500
    Xi ← 0
  k ← 0
  for j ∈ 0..(rows(maxmass) - 1)
    if (maxmassj + 1300) < rows(CV)
      for i ∈ (maxmassj - 200)..(maxmassj + 1300)
        OneRk ← CVi
        k ← k + 1
      k ← 0
    otherwise
      for i ∈ (maxmassj - 200)..(rows(CV) - 1)
        OneRk ← CVi
        k ← k + 1
      for j ∈ k..1500
        OneRj ← 0
        j ← j + 1
    X ← augment(X,OneR)
  submatrix(X,0,1500,1,rows(maxmass))

```

Рисунок 16 - Программа формирования матрицы кардиосигналов

На рисунке 17 представлена программа для нахождения коэффициентов аппроксимирующего полинома 2-ой степени с помощью определителя Вандермонда:

```

Vandermonde :=
  for i ∈ 0..50
    for j ∈ 0..3
      Xi,j ← 1 if j = 0
      Xi,j ← (i)j otherwise
  X

```

Рисунок 17. Определитель Вандермонда

На рисунке 18 представлена программа для нахождения аппроксимирующего полинома для устранения неточности R-зубца:

```

Appr(B, massmax, T) :=
  x ← 0
  for j ∈ 0..rows(massmax) - 1
    Koeff ← [(TT·T)-1]j·TT·submatrix(B, massmaxj - 30, massmaxj + 20, 0, 0)
    for k ∈ massmaxj - 30..massmaxj + 10
      x ← x + 1
      Bk ← Koeff0 + Koeff1·x + Koeff2·x2 + Koeff3·x3
    x ← 0
  B

```

Рисунок 18. Аппроксимация R-зубцов

На рисунке 19 представлена программа для нахождения норм матрицы:

```

norm(k, g) :=
  X2 ← submatrix(X, 0, rows(X) - 1, 0, g)
  L2 ← svd(X2)
  U2 ← submatrix(L2, 0, rows(X2) - 1, 0, k)
  d ← U2T
  for i ∈ 0..cols(U) - 1
    d ← U2T·X(i)
    a ← U2·d
    A ← X(i) - a
    Ni ← √(∑i=0rows(A)-1 (Ai)2)

```

Рисунок 19. Нормы матрицы