

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки: Электроника и наноэлектроника
 Кафедра промышленной и медицинской электроники
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка прибора для имитации кардиосигнала

УДК 615.47:616.12-073.97-71

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A20	Яо Синь		

Руководитель

Должность	ФИО	Учебная степень	Подпись	Дата
Доцент, к.ф.-м.н.	Аристов А.А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Учебная степень	Подпись	Дата
Доцент, Кафедра менеджмента	Конотопский В. Ю.			

По разделу «социальная ответственность»

Должность	ФИО	Учебная степень	Подпись	Дата
Ассистент, Кафедра экологии и БЖД	Кырмаковой О.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
ПМЭ	Аристов А.А.	К.ф.-м.н., Доцент		

Томск – 2016 г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной биомедицинской и экологической техники с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из

	специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ Ф.А. Губарев.
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
151A20	Яо Синь

Темаработы:

Разработка прибора для имитации кардиосигнала	
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)	№1966/с от 15.03.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2016г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><i>Устройство для получения модельного ЭКГ сигнала должно включать:</i></p> <p><i>аппаратную часть (блок формирования ЭКГ сигнала), на выходе которой формируется электрический аналоговый сигнал промодулированный по амплитуде в соответствии с установленным модельным управляющим сигналом;</i></p> <p><i>программную часть, выполненную на база ПК, позволяющую формировать управляющий сигнал (УС) для аппаратного модуля.</i></p> <p><i>Связи ПК с блоком формирования ЭКГ сигнала осуществить через порт RS232.</i></p> <p><i>УС по форме должен соответствовать электрическому сигналу, отражающему электрическую активность сердца человека.</i></p>
--	---

	<p><i>Программное обеспечение, формирующее УС, должно позволять изменять амплитудные и временные характеристики зубцов и интервалов на модельном ЭКГ сигнале.</i></p> <p><i>Для написания программного обеспечения использовать язык программирования Си.</i></p> <p><i>Модель формирования ЭКГ сигнала должна быть апробирована с использованием среды MathCad.</i></p> <p><i>Аппаратная часть должна содержать управляющее устройство (контроллер) с цифро-аналоговым преобразователем с разрядностью не менее 12.</i></p> <p><i>Безопасность проведения исследований;</i></p> <p><i>Экономическая выгода метода;</i></p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p><i>Литературный обзор,</i></p> <p><i>Выбор и обоснование структурной схемы;</i></p> <p><i>Методы моделирования ЭКГ сигнала;</i></p> <p><i>Разработка принципиальной схемы и программного обеспечения блока формирования ЭКГ сигнала аппаратной части;</i></p> <p><i>Написание программы формирования ЭКГ сигнала на ПК.</i></p> <p><i>В качестве дополнительных разделов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Социальная ответственность;</i> • <i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</i> • <i>Заключение.</i>
Перечень графического материала	Презентация в PowerPoint
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Кырмакова Ольга Сергеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы 2. Разработка технического устройства для получения модельного ЭКГ сигнала 3. Математическое моделирование ЭКГ 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность 	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.12.2015г.

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ПМЭ ИНК	Аристов Александр Александрович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A20	Яо Синь		

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



Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»
 Уровень образования бакалавриат
 Кафедра промышленной и медицинской электроники
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2016г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный Балл раздела (кредиты)
15.02.2015	<i>Литературный обзор и теоретические исследования (моделирование процесса)</i>	3
15.04.2015	<i>Моделирование и макетирование системы</i>	6
30.05.2015	<i>Отбор и анализ материала для составления ВКР и написание ВКР</i>	3

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ПМЭ ИНК	Аристов Александр Александрович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ	Ф.А. Губарев	к.ф.-м.н., доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 78 с., 15 рис., 18 табл., 14 источников, 2 прил.

Ключевые слова: электрокардиография, электрокардиограф, моделирование ЭКГ, поверка

Объектом исследования является (ются) системы и методы получения модельных и тестовых ЭКГ сигналов

Цель работы – разработка экспериментального программно-аппаратного комплекса для получения электрических сигналов моделирующих электрокардиограмму человека

В процессе исследования проводились литературный обзор, выбор математической модели формирования ЭКГ сигнала, разработка структурной и принципиальной схем прибора, разработка программного обеспечения.

В результате исследования Выбран и проанализирован способ получения модельного ЭКГ сигнала, проведена разработка структурной и принципиальной схем устройства, написана программ формирования сигнала ЭКГ на ПК, написана программа управления микроконтроллером для вывода сигнала ЭКГ на ЦАП.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Устройство включает: программную часть, выполненную на база ПК, позволяющую по заданной математической модели формировать необходимую форму ЭКГ сигнала и аппаратную часть, формирующую электрический сигнал заданной формы, Связь ПК с блоком формирования ЭКГ сигнала осуществляется через порт RS232.

Степень внедрения: лабораторный макет

Область применения: медицинские клинические учреждения (для поверки электрокардиографов), медицинские учебные учреждения (для обучения специалистов)

Экономическая эффективность/значимость работы расширение функциональных возможностей устройства, а также сокращение времени проведения исследований снижает стоимость разработки и делает ее привлекательной с экономической точки зрения среди конкурентов

В будущем планируется дальнейшее макетирование и апробация устройства

Оглавление

Введение	11
Глава 1. Обзор литературы	13
1.1 Электрокардиография	13
1.2 Элементы электрокардиограммы	17
1.3 Приборы и методы поверки кардиографов	19
1.3.1 Нормативные документы	19
1.3.2 Примеры приборов для поверки ЭКГ:	23
Глава 2. Разработка технического устройства для получения модельного ЭКГ сигнала	25
2.1 Технические требования.	26
2.2 Структурная схема прибора	27
2.3 Микроконтроллерная схема формирования сигнала	28
Глава 3. Математическое моделирование ЭКГ	34
3.1 Синусоидальное моделирование	34
3.2 Экспоненциальное моделирование.	36
3.3 Анализ математической модели в MathCad	37
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	45
4.1 Планирование научно-исследовательских работ	45
4.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	51
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, социальной и экономической эффективности исследования	55

Глава 5. Социальная ответственность	58
Введение	60
5.1 Производственная безопасность	61
5.2 Анализ опасных факторов производственной среды	65
5.3 Экологическая безопасность	70
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	70
5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях	71
Заключение	72
Список литературы	73
Приложение 1. Код программы для микроконтроллера C8051F060	75
Приложение 2. Программа для ПК. Моделирование ЭКГ сигнала	77

Введение

Биоэлектрические процессы в организме являются источником диагностической информации о состоянии и деятельности тканей и органов. Регистрация потенциалов, возникающих на поверхности тела, может производиться длительно и многократно без каких-либо болезненных ощущений или вредного воздействия на организм. Это важное достоинство, наряду с большой информативностью, явилось одной из причин широкого распространения биоэлектрических методов исследования, которые используются во всех областях медицинской науки и практики: кардиологии, невропатологии, психиатрии, хирургии и т.д.

Современная диагностика сердечных заболеваний не может обойтись без электрокардиографического исследования, представляющего собой анализ зарегистрированной кривой изменения биопотенциалов сердца. Электрокардиограф является прибором, предназначенным для измерения напряжений и временных интервалов в виде электрокардиограммы.

С помощью электрокардиографа, записывающего на бумажном или любом другом носителе кривую, которая представляет собой разность биоэлектрических потенциалов работающего сердца, можно сделать вывод о процессах, протекающих в сердце. Форма и количественный состав компонент электрокардиограммы позволяют диагностировать сердечную деятельность.

Для повышения точности электрокардиограммы необходимо периодически проверять и настраивать электрокардиограф (ЭК). При проверке электрокардиографа, главным является определение метрологических

характеристик. Для подобных задач используют стандартные тестовые сигналы.

Задача использования тестовых сигналов, моделирующих электрические сигналы биологического происхождения, актуальна и при разработке устройств регистрации и анализа данных с биологических объектов, с целью проверки и отладки работы их отдельных функциональных частей и блоков.

При обучении медицинских специалистов в области электрокардиографии также важно иметь примеры записей электрокардиограмм различной формы соответствующих тем или иным патологическим состояниям. Конечно, в этих целях существуют соответствующие базы данных сигналов, однако возможность смоделировать нужную форму и характеристику сигнала остается актуальной.

Существующая коммерческая аппаратура для получения сигналов для проверки электронных медицинских устройств является достаточно дорогой и зачастую не обладает достаточными функциональными характеристиками с целью ее использования в исследовательских целях.

Таким образом, целью данной работы является разработка прибора для имитации электрокардиограммы. Для осуществления этой цели перед нами стоял ряд задач, решение которых раскрыто в данной выпускной работе.

1. Обзор литературы

1.1. Электрокардиография

Электрокардиограмма -это процесс записи электрической активности сердца в течение определенного периода времени с использованием электродов, помещенных на коже. Эти электроды обнаруживают крошечные электрические изменения на коже, которые возникают из электрофизиологических паттерна сердечной мышцы в деполяризующих во время каждого сердцебиения. Это очень часто выполняется тест кардиология.

Электрокардиограмма представляет собой сложную кривую с соответственно петлями пять зубов P, Q, R, S, T и три интервала нулевого потенциала. Для любого выбранного времени и направления электрического вектора интегрального блока сердца имеют определенное значение, но проекция этого вектора на трех различных втягивания. Таким образом, ЭКГ I, II и III в отведениях имеют различную амплитуду и конфигурацию подобных зубцов. Однако, три отведения не дают полную информацию о работе сердца. Таким образом, современная кардиология использует 12 стандартных отведений и ряд специальных.

То, что врач видит на ЭКГ? Каждая ячейка миокарда представляет собой небольшой электрический генератор, который заряжается и разряжается при прохождении волны возбуждения. ЭКГ является отражением общей работы этих генераторов и показывает процессы распространения электрического импульса

в сердце. Простейшая базовая модель формирования ЭКГ сигнала в 3х стандартных отведениях предложена Эйнтховеном.

Однако модель формирования ЭКГ сигнала предложенная Эйнтховеном не является строгой. У неё есть ряд допущений:

1) тело не является однородным проводящая среда, кровь, лимфа, кровеносные сосуды, мышцы и другие ткани имеют разные проводимостей. Кроме того, проводимость изменяется со временем, например, во время вдоха и выдоха;

2) не представляется возможным точно описать изменение \vec{E} сердца только изменить время точечного диполя;

3) вектор \vec{E} , вращающийся, создает сложную объемную фигуру, а не только одну плоскость проекции, а его запуск может быть смещен.

Тем не менее, медицинские данные свидетельствуют о том, что эти недостатки не столь существенны. Модель Эйнтховена успешно используется в электрокардиографии.

Исследователями разработаны более точные мультиполная модель сердца, которая принимает во внимание тот факт, что сердце имеет конечный размер. В основе этой модели она представлена не одним, а многими диполей.

Как правило, электрические импульсы генерируются автоматически в небольшой группе клеток, расположенных в предсердиях и называется синусового узла. Таким образом, нормальный ритм сердца называется синусовым. Когда электрический импульс, возникающий в синусовом узле, проходит через предсердия электрокардиограммы появляется зубец Р.

Дальнейший импульс через атриовентрикулярный (AV) узел в желудочки распространяется вдоль блока луча ветви. AV узел клетки имеют более низкую скорость, и, следовательно, зуба между P и комплекса, отражающего желудочковой стимуляции, существует разрыв. Расстояние от начала зубца P до начала волны Q называется PQ интервал.

Он отражает проведение между предсердиями и желудочками, а нормаль 0,12-0,20 сек. Затем электрический импульс распространяется вдоль проводящей системы сердца, состоящей из правой и левой ног пачкой своих и волокон Пуркинье, справа и левого желудочка ткани. ЭКГ регистрируется несколькими отрицательными и положительными зубцами, которые называются QRS комплекс. Как правило, это до длительности 0,09 сек.

Кроме того, кривая сглаживает еще раз, или, как говорят врачи, на контуре. Затем, в конце восстановления исходного электрической активности, называемый реполяризация, что отражается в виде зубца T, а иногда и сердца с последующим небольшой волной методом U. называется интервалом QT из Q волны до волны T начать дистанцию. Он отражает так называемый электрический сокращение желудочков. В соответствии с этим, врач может судить продолжительность фазы возбуждения, а также уменьшить реполяризации желудочков.

ЭКГ является ценным диагностическим инструментом. Потому что можно оценить источник сигнала (так называемый водитель) ритма, систолическое, частота регулярность. Все это имеет важное значение для диагностики различных аритмий. Для различных временных интервалов на пике ЭКГ и

длительности сердечной проводимости можно увидеть, чтобы изменить. Измените последнюю часть желудочков комплексов (ST интервальных и зубца T) позволяет врачам определить сердца (заболевание крови) в присутствии или отсутствии ишемических изменений. Следует помнить, электрокардиограмма, взятый в отдельности, не всегда обнаружить инфаркты ишемические изменения.

Важным показателем является амплитуда зубцов ЭКГ. Увеличить это показывает гипертрофии соответствующих отделов сердца, которая наблюдается при некоторых заболеваниях сердца и гипертонии.

Векторэлектрокардиография (ВЭКГ) – это метод, который позволяет судить об изменении ИЭВСв пространстве. И представляет записать сложной пространственной проекции кривой, описываемой концом вектора \vec{E} во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскости [2].

Электронные устройства подобные осциллографу используется для получения картины перемещения вектора электрокардиограммы. Например, на горизонтальных отклоняющие пластины осциллографа подается разность потенциалов I отведения, и вертикальные отклоняющие пластины - напряжение подается разность потенциалов II отведения. Таким образом, получается проекция вектора на фронтальную плоскость. Для проекций на других плоскостях используют различные электроды, в частности электроды, приложенных к спине вблизи угла лопастей левого плеча. Различные электроды позволяют позиционировать получать ВЭКГ в разных плоскостях.

ЭКГ регистрируются на разных скоростях. Как правило, скорость движения бумаги 25 мм / сек. С 1 мм кривой 0,04 секунды. Иногда для более

высокой скорости записи, используя 50, и даже 100 мм / сек. При длительной записи ЭКГ для экономии бумаги, использовать более низкую скорость - от 2,5 до 10 мм / сек.

ЭКГ сигнал содержит спектр гармоник в основном содержит частоты в диапазоне 0-100 Гц (Простая синусоида, которая, согласно теореме Фурье, можно разложить на комPOSITной колебания) [1].

1.2 Элементы электрокардиограммы

Электрокардиограмма представляет собой сложную кривую с, соответственно петлям, пятью зубцами P, Q, R, S, T и тремя интервалами нулевого потенциала. Для любого выбранного момента времени направление и модуль интегрального электрического вектора сердца имеют определенную величину, но проекции этого вектора на три отведения различны. Поэтому ЭКГ в I, во II и в III отведениях имеют разные амплитуды и конфигурации одноименных зубцов.

На типичной ЭКГ здорового человека видны три волны(зубца) направленные вверх - волны P, R, T, и два зуба направлены вниз - Q, S (рис. 1)

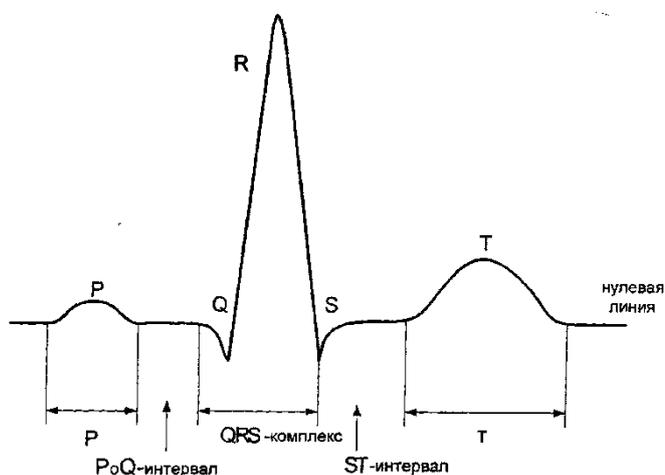


Рис. 1.1-нормальная электрокардиограмма

Временные и вольтажные характеристики зубцов, являются диагностическими критериями. Учитывая, что ЭКГ является графиком соотношения системы вольтаж-время, все элементы ЭКГ имеют две важнейшие характеристики: продолжительность (в секундах) и/или вольтаж (в mV, милливольт или миллиметрах).

Таблица 1.1 Параметры ЭКГ в норме

Элемент	Продолжительность(с)	Амплитуда(мм)
P	0.06 – 0.1	0.05 – 2.5
Q	< 0.03	< ¼ R
R	0.03 – 0.04	до 20 (V5, V6 до 26)
S	0.03	< 8 (I, II), <25 (V1)
T	0.16	< ½ -1/3 R (II до ¼)
U	0.06 – 0.16	2-3
P-Q	0.12 – 0.2	
Q-T	0.35 – 0.42	
R-R	0.75 – 1.0	
S-T	0.02 – 0.12	
QRS	0.06 – 0.1	

Элементы ЭКГ и работа сердца

- Зубец P отображает процесс охвата возбуждением миокарда предсердий
- Комплекс QRST — электрическую систолу желудочков,
- Сегмент ST и зубец T отражают процессы реполяризации миокарда желудочков.

Процесс реполяризации - фаза, в течение которого восстанавливается исходный покая мембранный потенциал клеток после прохождения через него потенциала действия. Во время прохождения импульса происходит временное

изменение молекулярной структуры мембраны, в которой ионы могут свободно проходить через него. Во время ионов реполяризации диффундируют в обратном направлении, чтобы восстановить первоначальный электрический заряд мембраны, после чего клетка готова к дальнейшему электрической активности [3].

1.3. Приборы и методы поверки кардиографов

1.3.1. Нормативные документы

Ранее действующий ГОСТ 19687-89 "Приборы для измерения биоэлектрических потенциалов сердца. Общие технические требования и методы испытаний" распространялся на аналоговые приборы для измерения и регистрации биоэлектрических потенциалов сердца и устанавливал стандартные тестовые сигналы для проведения поверки электрокардиографов. Однако эти сигналы не позволяют полноценно тестировать и калибровать цифровые электрокардиографы (ЭК). Например, при использовании сигнала гармонической формы с частотой больше 10% частоты дискретизации сигналов ЭК приходится сталкиваться с эффектом "визуального биения" амплитуды оцифрованного сигнала, что затрудняет точное измерение его амплитудных характеристик.

Разрабатываемый Международной Электротехнической Комиссией документ стандарта на современные ЭК рекомендует методы испытаний, основанные на тестовых сигналах, имитирующих электрическую активность сердца. Применение таких сигналов обусловлено следующими причинами:

1. Невозможностью провести определение параметров цифровых ЭК с помощью

методов испытаний, применяющие сигналы гармонической, прямоугольной формы и их смеси в качестве тестовых сигналов.

2. Необходимостью в определении точности оценок длительностей и амплитуд элементов электрокардиограммы (ЭКГ), устойчивости к различным шумам и артефактам измерительных алгоритмов, построение которых основано на априорных знаниях структуры ЭКГ.

3. Необходимостью определения чувствительности и специфичности алгоритмов постановки диагностических заключений с целью сопоставления результатов обследований пациента, полученных на разных ЭК.

В качестве тестовых сигналов могут применяться заранее классифицированные реальные или синтезированные электрокардиосигналы (ЭКС), которые воспроизводятся генераторами сигналов специальных форм - имитаторами ЭКС.

При поверке электрокардиографа, главным является определение метрологических характеристик. На данный момент документ ГОСТР 50.2.009—2011 “Электрокардиографы, электрокардиоскопы и электрокардиоанализаторы. Методика поверки” является, регламентирующим поверку ЭКГ, но данный документ имеет статус рекомендаций, а поэтому отклонения от предписаний в нем возможно. Любой электрокардиограф (ЭКГ) обладает набором метрологических характеристик параметры, ГОСТР 50.2.009—2011 регламентирует требования к четырнадцати из них:

- 1) диапазон входных напряжений (мВ);
- 2) относительная погрешность измерения напряжения (%);
- 3) амплитудная нелинейность каналов (%);

- 4) входной импеданс (МОм);
- 5) коэффициент ослабления синфазных сигналов (дБ);
- 6) чувствительность (мм/мВ);
- 7) относительная погрешность установки чувствительности (%);
- 8) эффективная ширина записи (изображения) канала (мм);
- 9) скорость движения носителя записи (скорость развертки)(мм/с);
- 10) относительная погрешность установки скорости движения носителя записи (скорости развертки) (%);
- 11) напряжение внутренних шумов, приведенных ко входу (мкВ);
- 12) постоянная времени (с);
- 13) неравномерность амплитудно-частотной характеристики каналов (%);
- 14) относительная погрешность измерения интервалов времени(%).

Международная Электротехническая Комиссия (МЭК) вводит еще три понятия метрологических характеристик ЭКГ:

- 1) частота дискретизации (Гц);
- 2) уровень квантования сигналов (мкВ/МЗР);
- 3) точность интерпретации ЭКГ.

МЭК рекомендует выбор частоты дискретизации равной 500 Гц, а уровень квантования 5 мкВ/МЗР. Точность интерпретации ЭКГ правильно будет разделить на два параметра:

- 1) точность и устойчивость распознавания элементов ЭКГ;
- 2) адекватность автоматической постановки диагностических заключений.

При поверке, подав на ЭКГ смоделированный сигнал, его надосравнить с выходным сигналом, и по Р 50.2.009-2011 необходимо определить основную погрешность большого количества параметров, при этом поверитель не всегда может объективно провести сличение характеристик в силу многих препятствующих факторов. Человеческий фактор является одной из главных проблем в области поверки медицинских приборов и метрологии вообще.

Таблица 1.2— Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта рекомендаций	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
2.1 Определение возможности измерений зубцов с минимальными амплитудами	8.2.4	Да	Нет
3 Определение метрологических характеристик	8.3	Да	Да
3.1 Определение идентичности формы сигнала и измерение его амплитудно-временных параметров	8.3.1	Да	Да
3.2 Определение погрешности измерений напряжения	8.3.2	Да	Да
3.3 Определение погрешности измерений временных интервалов	8.3.3	Да	Да
3.4 Определение погрешности воспроизведения калибровочного напряжения	8.3.4	Да	Да
3.5 Определение напряжения внутренних шумов, приведенного ко входу	8.3.5	Да	Да
3.6 Определение сдвига сигналов между каналами*	8.3.6	Да	Нет
3.7 Определение диапазона входных напряжений	8.3.7	Да	Нет
3.8 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)**	8.3.8	Да	Нет
3.9 Определение постоянной времени**	8.3.9	Да	Нет
3.10 Определение диапазона и погрешности измерений частоты сердечных сокращений (ЧСС)***	8.3.10	Да	Да
3.11 Определение погрешности измерений уровня сегмента ST****	8.3.11	Да	Да
<p>* Операцию не проводят при поверке одноканальных ЭКП. ** Операции проводят при поверке ЭКП, позволяющих регистрировать синусоидальные испытательные сигналы и сигналы в форме меандра. *** Операцию проводят при поверке ЭКП, осуществляющих автоматические измерения данного параметра.</p>			

1.3.2 Примеры приборов для поверки ЭКГ:

1) SECULIFEPS100 GossenMetrawatt

SECULIFEPS100—это симулятор пациента для проверки и контроля 12-ти канальных систем диагностики ЭКГ пациента. Микропроцессорный симулятор пациента предлагает моделирование ЭКГ пациентов с 4 типами сигналов с непрерывной продолжительностью QRS и симуляцией 6 типов сигналов различной формы для тестирования характеристик оборудования. Изображение сигналов ЭКГ в реальном времени.[5]



Рис 1.2 внешний вид SECULIFE PS100

Технические характеристики:

- ЭКГ 30, 60, 120 или 240 ВРМ
 - Синусоидальная волна: 10, 60 и 100 Гц
 - Прямоугольная волна: 0.125 и 2 Гц Треугольная волна: 2 Гц
- Высокоуровневый вывод: 1 Vp-p
- Точность амплитуды: $\pm 2\%$

- Точность частоты: $\pm 0.5\%$ от установленного значения
- Встроенные клеммы для проверки целостности цепи

2) ДИАТЕСТ-4. Генератор функциональный

Генератор функциональный ДИАТЕСТ-4 предназначен для формирования прецизионных калибровочных сигналов для первичной и периодической поверки электрокардиографических (в том числе ЭКГ каналов мониторов медицинских), электроэнцефалографических, электромиографических, реографических приборов отечественного и зарубежного производства. Свидетельство об утверждении типа СИ №3871408.

Генератор формирует следующие типы сигналов для поверки:

Синусоидальной, прямоугольной, треугольной форм, в области низких и инфранизких частот, уровней напряжения постоянного тока, а так же ряд специальных сигналов для поверки.[6]



Рис 1.3 внешний вид ДИАТЕСТ-4

Технические характеристики:

Таблица 1.3 Технические характеристики

Стандартные сигналы	Синусоидальный, прямоугольный, треугольный, постоянное напряжение
Виды сигналов для поверки миографов	ЭМГ-2, ЭМГ-6, ЭМГ-9, ЭМГ-14, ЭМГ-18, ЭМГС, МТ-3, Декремент-тест, МН-1, МН-2
Виды сигналов для поверки реографов	РГ-1
Виды сигналов для поверки электрокардиографов	ЭКГ, ЧСС1, ЧСС2, ЧСС3, ЧСС4
Виды сигналов для поверки энцефалографов	ЭЭГ-7
Диапазон установки значений размаха напряжения U_{pp} выходных сигналов на нагрузке > 1 МОм	до 600 мВ на ЭКГ до 50 мВ на ЭМГ до 1 мВ на ЭЭГ
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты	0,5 % для частот до 450 Гц включительно 1 % для частот до 1000 Гц включительно 2,5 % частот больше 1000 Гц
Диапазоны установки размаха переменной составляющей сопротивления канала реографов	0,05- 10 Ом
Значения постоянной составляющей канала реографов	10 – 1000 Ом

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

Студенту:

Группа	ФИО
151A20	Яо Синь

Институт	ИНК	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Электроника и наннэлектроника

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	...
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	...
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	...
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	...

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
<i>Альтернативы проведения НИ</i>
<i>График проведения и бюджет НИ</i>
<i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Конотопский Владимир Юрьевич	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A20	Яо Синь		

Томск – 2016 г.

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Планирование научно-исследовательских работ

4.1.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей [11].

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Научный руководитель
Проведение НИР			
Выбор направления исследования	2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов и вариантов по теме	Научный руководитель Студент-

			дипломник,
	3	Выбор варианта исследования и способов анализа	Научный руководитель
	4	Календарное планирование работ	Научный руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов, обоснований разработка моделей для исследования и анализ получаемого результата	Руководитель, консультант, студент-дипломник
	6	Реализация моделей	Студент-дипломник
	7	Анализ результата и поиск методов решения	Руководитель, консультант, Студент-дипломник
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, выводы	студент-дипломник, консультант
	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, консультант, студент-дипломник
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник

4.1.2 Определение трудоемкости работ

рудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования [11].

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5} \quad (4.1)$$

где $t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\min i}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 % [15].

$$T_{P_i} = \frac{t_{ожі}}{C_i} \quad (4.2)$$

где T_{P_i} - продолжительность одной работы, раб.дн; $t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. дн; C_i - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на одном этапе, чел.

4.1.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{k_i} = T_{p_i} \cdot k_{кал} \quad (4.3)$$

где T_{k_i} - продолжительность одной работы в календарных днях; $k_{кал}$ - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (4.4)$$

где $T_{кал}$ - количество календарных дней году (365);

$T_{вых}$ - количество выходных дней в году (52);

$T_{пр}$ - количество праздничных дней в году (15).

$$k_{кал} = \frac{366}{366 - 52 - 15} = 1.22 \quad (4.5)$$

Данные полученные по вышеуказанным формулам, заносятся в таблицу 4.2.

Используя таблицу 4.2 можно построить календарный план-график выполнения работ (Таблица 4.3).

Таблица 4.2 Временные показатели проведения научного исследования

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		t_{min} чел-дн	t_{max}	$t_{ож}$	T_p	T_k	$y_i, \%$	$\Gamma_i, \%$

			чел- дн	чел- дн	раб- дн	кал- дн		
1	Научный руководитель	7	15	10.2	10.2	13	12.38	12.38
2	Научный руководитель , Студент- дипломник	15	26	19.4	9.7	13	12.38	24.76
3	Научный руководитель	3	9	5.4	5.4	7	6.67	31.43
4	Научный руководитель	4	6	4.8	4.8	6	5.71	37.14
5	Руководитель , студент- дипломник	20	28	23.2	11.6	15	14.29	51.43
6	Студент- дипломник,	10	18	13.2	13.2	17	16.19	67.62
7	Руководитель , студент- дипломник,	7	14	9.8	4.9	6	5.71	73.33
8	Студент- Дипломник	5	13	8.2	8.2	11	10.48	83.81
9	Руководитель , студент- дипломник	5	10	7	3.5	5	4.76	88.57
10	Студент- дипломник,	7	13	9.4	9.4	12	11.43	100,00
ИТОГО						105	\	

По данным Таблицы 4.2 построим линейный график проведения НИОКР (Таблица 4.3), на котором покажем последовательность проводимых работ и сроки выполнения этапов. Календарный план-график составляем по первому исполнению, так как оно занимает меньше времени и является оптимальным для выполнения дипломной работы.

Таблица 4.3 - Календарный план-график проведения НИОКР

Этап	Вид работы	Исполнители	t_k	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение задания НИР	Научный руководитель	13	■				
2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов и вариантов по теме	Научный руководитель, Студент-дипломник	13		■			
3	Выбор варианта исследования и способов анализа	Научный руководитель	7		■			
4	Календарное планирование работ	Научный руководитель	6		■			
5	Проведение теоретических расчетов, разработка моделей для исследования и анализ получаемого результатов	Руководитель, студент-дипломник	15		■			

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 4.4. Материальный затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Бумага	лист	100	1	115
Ручка	шт.	2	50	115
Тетрадь	шт.	1	50	57.5
Микроконтроллер	шт.	1	595	684.25
Проводник	шт.	8	2	18.4
Разъем	шт.	1	2	2.3
Итого				992,45

4.2.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. В моей работе используются источник питания, паяльник и осциллограф. Затраты на них может считаться в составе накладных расходов. Следовательно, считаем, что нет затрата на специальное оборудование для научных работ.

4.2.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл.4.3.

Считается:

Зарботная плата руководителя: 1.5 тыс. руб./дн;

Зарботная плата студент-дипломника: 0.3 тыс. руб./дн;

Таблица 4.5. Расчет основной заработной платы

№. п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.- дн.	Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего зарботная плата по тарифу (окладам), тыс. руб
1	Составление и утверждение задания НИР	Научный руководитель	13	1.5	19.5
2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов и вариантов по теме	Научный руководитель Студент-дипломник,	13	1.8	23.4
3	Выбор варианта исследования и способов анализа	Научный руководитель	7	1.5	10.3
4	Календарное планирование работ	Научный руководитель	6	1.5	9
5	Проведение теоретических расчетов, обоснований разработка моделей для исследования и анализ получаемого результата	Руководитель, студент-дипломник	15	1.8	27
6	Реализация моделей	Студент-дипломник	17	0.3	5.1
7	Анализ результата и поиск методов решения	Руководитель, Студент-дипломник	6	1.8	10.8
8	Анализ полученных результатов, выводы	студент-дипломник,	11	0.3	3.3
9	Оценка эффективности	Руководитель, студент-	5	1.8	9

	полученных результатов	дипломник			
10	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник	12	0.3	3.6
Итого					121

$$Z_{\text{зн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (4.7)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

4.2.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (4.8)$$

где $K_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 30%.

Таблица 4.6. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, Руб	Дополнительная заработная плата, руб
Руководитель проекта	40000	5200
Студент-дипломник	9000	1200
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0.3	
Итого, руб	16620	

4.2.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.9)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, накладные расходы равны:

$$Z_{\text{накл}} = 162812.45 \cdot 0,16 = 26050 \text{ руб.}$$

4.2.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 4.7. Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
Материальные затраты НИИ	992.45	Пункт 4.1
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	0	Пункт 4.2
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	121000	Пункт 4.3
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	24200	Пункт 4.4
Отчисления во внебюджетные фонды	16620	Пункт 4.4
Накладные расходы	26050	Пункт 4.5
Бюджет затрат НИИ	188862.450	Сумма ст. 1- 6

4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, социальной и экономической эффективности исследования.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.10)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

В моей работе только существует одно исполнение.

$$I_{финр}^{исп.1} = \frac{188862.45}{188862.45} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (4.11)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a \cdot b_i^p$ – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл.4.8).

Таблица 4.8. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент Параметра	Исп. 1
1. Надежность	0.2	5
2. Универсальность	0.2	4
3. Уровень материалоемкости.	0.15	4
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.2	5
5. Ремонтопригодность	0.1	5
6. Энергосбережение	0.15	4
ИТОГО	1	4.5

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 = 4,5.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (

$I_{исп i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп i} = \frac{I_{р-исп i}}{I_{финр}^{исп.i}}, \quad (4.12)$$

$$I_{исп1} = \frac{4,5}{1} = 4,5$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп i}}{I_{исп max}}, \quad (4.13)$$

Таблица 4.9. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5
3	Интегральный показатель эффективности	4.5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1

