

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки Биотехнические системы и технологии
Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Система определения центра тяжести для динамической стабилметрической платформы

УДК 62-783.44.001.6:615.216.85

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д21	Плющик Евгений Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Фокин Александр Васильевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков А.Г.	к.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников М.Э.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Промышленной и медицинской электроники	Губарев Ф.А.	к. ф.-м. н.		

Томск – 2016 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП по
направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте биомедицинской и экологической техники
Р2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
Р3	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
Р4	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
Р5	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
Р6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере биотехнических систем и технологий, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
Р8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
Р9	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
Р10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
Р11	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 – Биотехнические системы и технологии
Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата)
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Д21	Плющик Евгений Владимирович

Тема работы:

Система определения центра тяжести для динамической стабилметрической платформы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	1. Аппарат позволяет определить центр тяжести человека и его вес. 2. Электропитание комплекса осуществляться от сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением (220+,-10 %)В. 3. 4. Напряжение питания данного устройства $\pm 12В$. 5. Максимальный вес испытуемого 150кг. 6. Измерения центра тяжести $\pm 5мм$. 7. Количество измерений в одну секунду десять.
---	---

	8. Время непрерывной работы комплекса - не менее 7 часов. 9. Время установления рабочего режима - не более 15 мин-40мин. 10. Относительная погрешность регистрации не более 10 %.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Гусельников Михаил Эдуардович

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фокин Александр Васильевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д21	Плющик Евгений Владимирович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 65 с., 10 рис., 21 табл., 15 источников.

Ключевые слова: стабилметрия, тензодатчик, стабилметрическая платформа, оценка центра тяжести.

Объектом исследования является динамическая стабилметрическая платформа.

Целью работы является разработка системы определения центра тяжести во время проведения стабiloграфических измерений.

В процессе исследования проводились: поиск литературы, сравнение с патентной базой, выбор современной элементной базы.

В результате исследования были предложены решения по улучшению системы оценки центра тяжести человека.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

- Электропитание комплекса осуществляться от сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением (220 $\pm$, -10 %)В.
- Напряжение питания данного устройства ± 12 В.
- Максимальный вес испытуемого 150кг.
- Измерения центра тяжести ± 5 мм.
- Количество измерений в одну секунду десять.
- Относительная погрешность регистрации не более 10 %.

Степень внедрения: лаборатории, больницы, клиники.

Область применения: травматология, медицина катастроф, спортивная медицина, терапией, акушерство, кардиология, ортопедическая медицина.

В данной работе предлагаются методы модернизации этого прибора, и увеличение его эксплуатационных данных, что повлечет за собой расширение в сфере применения и распространению прибора на рынке.

ESSAY

Final qualifying work contains 65 p., 10 fig., 21 tab., 15 sources.

Keywords: stabilometry, strain gauge, stabilometric platform evaluation center of gravity.

The object of research is a dynamic stabilometric platform.

The aim is to develop a definition of the center of gravity of the system during the measurement stabilographic.

The study carried out: literature search, a comparison with the patent database, the choice of modern element base.

As a result, studies have suggested solutions to improve the evaluation system of human center of gravity.

The basic constructive, technological and technical and operational characteristics:

- complex is powered by AC, 50 Hz voltage ($220 \pm 10\%$) in.
- Power supply of the device $\pm 12V$.
- The maximum weight of 150kg test.
- Measurements of the center of gravity of $\pm 5mm$.
- Number of measurements per second ten.
- The relative error of registration no more than 10%.

Degree of implementation: laboratory, hospital, clinic.

Scope: traumatology, disaster medicine, sports medicine, internal medicine, obstetrics, cardiology, orthopedic medicine.

In this paper a method of modernization of this device, and an increase in its operational data, which would entail the expansion in the scope and spread of the instrument on the market.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- СанПин 2.2.2/2.4.1340-03
- ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
- ГОСТ 12.1.003—83. «Шум. Общие требования безопасности»
- ГОСТ 12.1.030-81
- ГОСТ 17.2.1.01-76
- ГОСТ Р ИСО/ТО 16142-2008 "Изделия медицинские. Руководство по выбору стандартов, поддерживающих важнейшие принципы обеспечения безопасности и эксплуатационных характеристик медицинских изделий"
- ГОСТ 30324.0.4-2002 "Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности. Часть 4. Требования безопасности к программируемым медицинским электронным системам"
- ГОСТ Р МЭК 62366-2013 "Изделия медицинские. Проектирование медицинских изделий с учетом эксплуатационной пригодности"

Определения

В данной работе приведены следующие термины с определениями:

- Центр тяжести (Center of gravity) — точка, через которую проходит линия действия равнодействующей элементарных сил тяжести.
- Стабилометрическая платфо́рма (stabilometric platform) — прибор для анализа способности человека управлять позой тела и обеспечения биологической обратной связи по опорной реакции.
- Тензометрический датчик (strain gauge) — датчик, преобразующий величину деформации в удобный для измерения сигнал (обычно электрический), основной компонент тензометра (прибора для измерения деформаций)
- Афферентация (afferentation) — постоянный поток нервных импульсов, поступающих в центральную нервную систему от органов чувств, воспринимающих информацию как от раздражителей внешних (экстерорецепция), так и от внутренних органов (интерорецепция). Находится в прямой зависимости от силы раздражителей и насыщенности ими среды, а также от состояния — активности или пассивности — индивида.
- Крен (Roll) — это поворот объекта вокруг его продольной оси.

Введение.....	7
1.Обзор литературы.....	9
1.1 Метод оценки Центр тяжести человека.....	9
Физиологические и физические основы определения центра тяжести человека.....	9
1.2 Стабилометрическая платформа «Стабилан-01-2».....	11
1.3 Стабилометрическая платформа группы МЕРА.....	14
2 Проектирование устройства.....	16
2.1 Структурная схемы.....	16
2.2 Принципиальная схема.....	17
2.3 Алгоритм программы.....	27
3. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение».....	31
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	31
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	36
Структура работ в рамках научного исследования.....	36
3.3 Расчет материальных затрат НТИ.....	41

4 Социальная ответственность.....	51
4.1 Введение.....	51
4.2 Производственная безопасность.	51
4.3 Анализ предполагаемых вредных факторов при разработке и эксплуатации динамической стабиллоплатформы.....	53
4.4 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого изделия.....	56
4.5 Экологическая безопасность.....	60
4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	60
4.7 Пожарная безопасность.	60
4.8 Безопасность при критически низких температурах окружающей среды ...	61
4.9 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	61
Заключение.....	64
Список используемых источников.....	65
Приложение А Код программы.....	67
Приложение Б Принципиальная схема.....	71

Введение

В настоящее время активно разрабатываются платформы, которые позволяют оценивать качество движения человека. Поскольку в управлении движениями принимают участие многие отделы центральной нервной системы, то координация движений может быть использована в целях диагностики и реабилитации. Они проявляются при нарушениях устойчивости тела человека при различных состояниях ходьбы или стояния: асимметрия движения сторон тела, нарушения точности ходьбы, уменьшение силы и скорости, речевые нарушения.

Регистрация пространственной и временной информации дает возможность оценить степень двигательных расстройств при различных заболеваниях двигательных функций и предложить методы двигательной реабилитации, а так же различные способы речевой реабилитации.[1]

Исходя из этого, необходимо выполнить поиск уже существующих методов для оценки качества движения, в том числе для спортсменов, занимающихся различными видами спорта: пауэрлифтингом, стрельбой из пистолета, биатлоном и подобными видами, а так же для людей, находящихся в условиях реабилитационного периода. Кроме того, требуется оценить работоспособность и эффективность таких методов решения проблем в процессе их применения.

Все методы имеют свои достоинства и недостатки, поэтому их анализ позволит сформулировать основные требования к данному виду технических средств и определить цели и дальнейший план работы. [15]

Исходя из этого, целью моей работы является разработка системы определения центра тяжести во время проведения стабیلографических измерений.

Для достижения цели требуется выполнить следующие задачи:

1. Изучить методику динамической стабилографии, рассмотреть прототипы стабилметрической платформ и провести обзор системы определения центра тяжести.
2. Разработать структурную и принципиальную схемы системы определения центра тяжести на основе микропроцессорной системы.
3. Разработать алгоритм и код программы.

1.Обзор литературы

1.1 Метод оценки Центр тяжести человека

Физиологические и физические основы определения центра тяжести человека

Для поддержания равновесия необходимо, чтобы проекция центра тяжести тела находилась внутри опорного контура – части опорной поверхности, заключенной между точками контакта поверхности с опорой. Поддержания вертикальной позы человека имеет особую сложность, так как имеет малую площадь опорной поверхности, много шарнирных соединений и высоко расположенный центр тяжести. Величина опорного контура определяется размером стоп и углом между их движением “крен”. Центр тяжести обычно находится в точке 55% от роста человека. Для поддержания равновесия используется положение проекции центра тяжести относительно основных суставов ноги.

Опущенная из центра тяжести вертикаль проходит сзади от оси вращения в тазобедренном суставе, перед осью вращения в коленных суставах и на 4-5 см спереди от оси голеностопных суставов. Из этих данных следует, что вес тела имеет тенденцию опрокидывать человека вперед; при этом наибольшая нагрузка приходится на мышцы задней поверхности голени, удерживающие тело от падения вперед за счет фиксации углов в голеностопных суставах.

Вертикальная поза человека является активной, за счет постоянного напряжения различных групп мышц. Известно, что даже не долгом нарушение кровоснабжения мозга (обморок) приводит к падению человека.

Для поддержания правильного положения тела необходима активность различных групп мышц: голеностопного, коленного суставов, шеи и туловища. Мышцы, участвующие в поддержании вертикальной позы, называют антигравитационными.

Из биомеханических данных следует, что для поддержания вертикальной позы нужно, четкое согласование их активности.[7]

Можно определить различные заболевания:

- функциональные нарушения при заболеваниях позвоночника, нервной системы, вестибулярного и зрительного анализатора;
- опороспособности конечностей;
- функциональное состояние голеностопных суставов;
- нарушений баланса при сколиозах, после травм и операций

Метод стабилотрии позволяет:

- уточнять диагноз
- управлять восстановительным лечением и фиксировать динамику
- обследовать клинически сложных пациентов
- проводить дополнительные тренировки пациентов по принципам биологической обратной связи (поиск двигательной стратегии, тренировка двигательного навыка)

Техническая реализация

В настоящее время, для оценки центра тяжести человека, широко применяется стабилотрия. Стабилотрия- это один из способов объективизации особенностей взаимодействия человека с полем тяготения Земли.

На уровне техники стабилотрию можно определить, как исследование проекции центра тяжести человека на плоскость опоры, с помощью специального прибора - стабилотрической платформы.

К платформе подключают три датчика силы (пьезодатчик, тензодатчик, индуктивные датчики), которые чувствительны к вертикальной составляющей нагрузки. Данные датчики располагают в виде треугольника. При использовании четырех датчиков, они составляют квадрат или прямоугольник.

Метод основан на регистрации параметров человека: перемещения центра давления и стоп пациента на плоскости стабилметрической платформы в процессе поддержания равновесия тела с последующей обработкой полученных данных. В компьютерной стабیلографии, обычно ограничиваются регистрацией траектории центра давления, оказываемого человеком на плоскость опоры, а также регистрацией двумерного представления этой траектории в координатах ординат и абсцисс.[14]

При этом измеряются реакции опор с помощью датчиков силы. К чисто инженерной задаче можно отнести переход от реакций опор к оценке веса испытуемого. Реализация такого решения в «Стабилан-01-2» позволила существенно расширить возможности двухплатформенного варианта стабیلографа в оценке нарушений опорно-двигательного аппарата.[4]

1.2 Стабилметрическая платформа «Стабилан-01-2»

Стабилметрическая платформа «Стабилан-01-2» имеет ряд преимуществ:

- Способ речевой реабилитации
- Сеансы тренинга с проговариванием слов или фраз и управлением ритмом речи.
- Тренинг проводят с использованием компьютерной игры.
- Длительность сеанса тренировки составляет 15-40 мин, а количество сеансов на курс лечения 15-30.
- Пульсометрия с вариационным анализом.

Данное изобретение используют в медицине, а именно в неврологии. Проводят сеансы тренировок с проговариванием слов или фраз.

В этой модификации габариты платформы были увеличены до 500x500 мм, поле регистрации центра давления (ЦД) было расширено по техническим требованиям до круга радиусом 200 мм, а реально до квадрата 450x450 мм.

При этом тренировку проводят с удержанием пациентом равновесия в вертикальной позе на стабилотренировочной платформе при компьютерной игре с использованием визуальной биологической обратной связи (БОС).

Пациенту на экране монитора показывают маркер, отображающий положение центра сил давления на плоскости. Тестовое задание представлено в виде игры. Пациент, управляя положением тела во фронтальной и сагиттальных плоскостях, при неизменном положении стоп на стабилотренировочной платформе, перемещает маркер центра давления по экрану монитора в зависимости от игровой ситуации и проговаривает отдельные слова или фразы. При этом ритмичность речи пациента синхронизируется с тестовым заданием. Это позволяет повысить эффективность реабилитации за счет снижения психоэмоционального напряжения пациента.

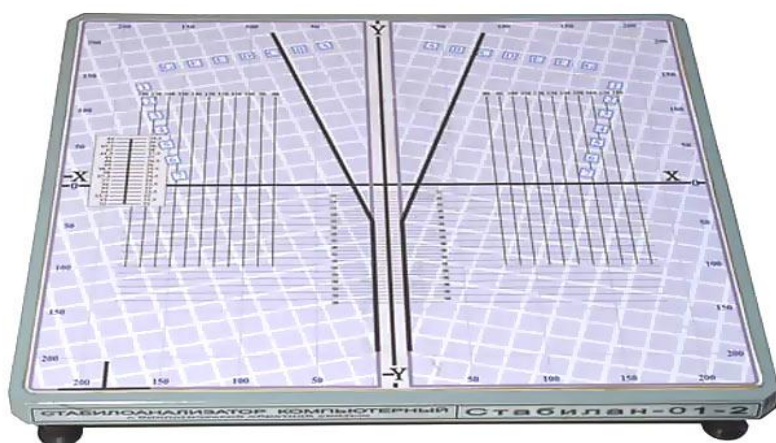


Рисунок 1 «Стабилан-01-2»

Удержание равновесия человеком вертикальной позы является динамическим феноменом, проявляющимся за счет его движения, которое является результатом взаимодействия вестибулярного и зрительного анализаторов и высших отделов центральной нервной системы.

Процесс поддержания вертикальной позы выполняется на подкорковом уровне в виде "автопилота", когда минимизируется волевое участие и мотивация человека. Любая внешняя информация, попадающая в центральную нервную систему, сопоставляется и оценивается мотивацией. Стадия афферентного синтеза завершается принятием решения.

"Принятие решения" является выбором одной определенной формы поведения. Выбор протекает очень быстро, автоматически, либо он может включать и сознание, тогда выбор происходит медленнее. Центральные афферентные возбуждения формируют программу действия. Непосредственно после "принятия решения" реализуется поток афферентных возбуждений, который обеспечивает периферическое действие в соответствии с программой действий. За счет процессов постоянного сравнения этапов действия и его результатов во внешней среде, благодаря обратной афферентацией и коррекции афферентного синтеза осуществляется достижение конечного приспособительного результата.

Всю категорию обратных афферентаций можно разделить на две отдельные формы: поэтапная обратная афферентация, которая соответствует осуществлению определенного этапа данного поведенческого акта, и "санкционирующая" обратная афферентация, которая закрепляет успешную интеграцию афферентных возбуждений и завершает логическую функциональную единицу поведения.

При проведении описанных тренировок, нарушаются имеющиеся у пациента стандартные функциональные взаимоотношения с целой функциональной системой.

В итоге человек имеет приспособительные результаты, удовлетворяющие потребности – поддержание равновесия или его устойчивости, управление движениями тела.[8]

1.3 Стабилометрическая платформа группы МЕРА

Стабилограф имеет опорную платформу, четыре тензодатчика, расположенных в виде прямоугольника, схему обработки сигналов. Опорная платформа выполнена в виде пластины прямоугольной формы из жесткого материала с разметкой на поверхности, предназначенной для координации установки стоп обследуемого. Схема обработки сигналов выполнена в виде микропроцессорного модуля, содержащего четыре синхронизированных аналогово-цифровых преобразователя, воспринимающих измерительные сигналы от каждого тензодатчика. Эти тензодатчики преобразуют измерительные сигналы в информационный сигнал, содержащий данные о массе исследуемого объекта и координатах его центра давления на платформу относительно системы координат через последовательный интерфейс типа Universal Serial Bus в управляющий компьютер.

При этом тензодатчики консольного или компрессионного типа одной из своих нагружаемых областей жестко закреплены непосредственно на внутренней поверхности опорной платформы, а на другой нагружаемой области тензодатчики закрепляются регулируемыми или нерегулируемыми опорами маятникового типа.

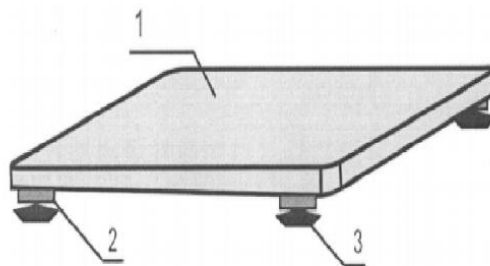


Рисунок 2 Стабилометрическая платформа группы МЕРА

Способ исследования двигательных и когнитивных функций человека, реализуемый в виде стабилометрического исследования, где испытуемый, управляя позой, выполняет инструкцию по удержанию собственного центра давления на стабилометрическую платформу в заданной зоне, отличается наличием двух последовательных равных по длительности фаз. В первой отсутствует биологическая обратная связь по опорной реакции, а во второй – присутствует. И по итогам теста проводится сопоставление полученных данных.[9]

По результату сравнения данных приборов мы получили следующие выводы. В данных приборах используются четыре тензодатчика для регистрации массы пациента и располагаются в виде прямоугольника. Используются различные виды микропроцессорных модулей и различные дополнительные элементы.

2 Проектирование устройства

2.1 Структурной схемы

Подаем постоянное напряжение на тензодатчик +7В. Под действием силы тяжести человека стоящего на платформе пьезодатчик изменяет свое сопротивления. Используем тензодатчики для определения силы воздействия на датчик, следовательно, и о весе груза. При максимальном весе 150 кг на выходе пьезодатчика будет 20мВ. Так как сигнал очень маленький то нужно использовать инструментальный операционный усилитель для усиления сигнала и регулировки коэффициента усиления. Затем, подаем с выхода инструментального операционного усилителя на микроконтроллер.

АЦП микроконтроллера, получив данные с тензорезисторов и инструментальных операционных усилителей, преобразует их в цифровой код и выводит их на дисплей.



Рисунок 2.1 Структурная схема системы определения центра тяжести

Заключение

Проблема оценки качества движения и центра тяжести человека актуальна на сегодняшний день, так как стабилметрия себя зарекомендовала недавно. Имея такую информацию, мы, в сущности, контролируем деятельность головного мозга. Организм человека очень чувствителен к изменениям среды. Такие изменения наиболее сильно отражаются на биомеханических показателях. Позы и движения человека не только показывают непосредственную реакцию человека на внешние воздействия на уровне периферии его организма, но и интегрально отражают функционирование центральных механизмов управления и энергообеспечивающих систем.

Стабилаплатформа - хорошо зарекомендованная система для оценки центра тяжести человека. Данный комплекс широко применяется в медицине, но его минус заключается в том, что он не позволяет оценивать расположение центра тяжести в процессе движения, а такая возможность дает большое количество дополнительной информации о психологическом и физическом состоянии человека. Одним из условий будущей системы является невысокая стоимость входящих в нее компонентов, и этому удовлетворяет безмаркерный подход захвата движения.[3]

Однако следует отметить, что данный метод не позволит оценить движение центра тяжести, когда человек находится в стационарном положении, так как в таком положении он совершает колебания малой амплитуды и на получаемом изображении это будет не заметно. В ходе работы была спроектирована система определения центра масс на базе микроконтроллера Avg ATtiny84A-SSu и тензодатчиков.

Данное устройство имеет дисплей и может подключаться к компьютеру с помощью протокола RS-232. В результате приведенной ВКР, получилось создать более совершенную стабилметрическую платформу, определяющую центр масс.

Список используемых источников

1. Покровский В.М. Физиология человека: Учебник. Т.1. / под редакцией Покровского В.М., Коротько Г.Ф., Кобрин В.И. – М: Медицина, 1997. – 448с.
2. Insultanet [Электронный ресурс]//<http://insultanet.ru> Insultanet 2016 URL: <http://www.insultanet.ru/152.html>(дата обращения 12.06.2016)
3. Развитие методов нелинейной динамики для определения количественных и качественных характеристик постуральной системы человека: синергетический подход и компьютерная стабิโลграфия. Проект РФФИ №02-01-01226. Руководитель: д.т.н., профессор А.А. Колесников. Ведущая организация: ТРТУ, г. Таганрог. Срок выполнения: 2002-2004гг.
4. Патент на изобретение № 2185094 РФ, МКИ А 61 В 5/103. Силометрическая платформа / С.С. Слива, Д.В. Кривец, И.В. Кондратьев. – № 99127133/14; Заявлено 17.12.99; Оpubл. 20.07.02, Бюл. № 20, Приоритет 17.12.99. – 9 с.
5. Скворцов Д.В. Стабилометрическое исследование. — М.: Маска, 2011. — С. 57. — 176 с. — ISBN 978-5-91146-505-6.
6. Кубряк О.В., Гроховский С.С. Изменения параметров вертикальной позы при демонстрации разных изображений // Физиология человека. — 2015. — № Т.41 № 2. — С. 60.
7. Патент на изобретение № 2294691 РФ, МПК А 61 В 5/103. Способ речевой реабилитации / С.С. Слива, Э.О. Девликанов, Г.А. Переяслов. – № 2003133778/14 ; Заявлено 18.10.00; Оpubл. 03.10.07, Бюл. № 20,– 15 с.
8. Патент на изобретение № 2394591 РФ, МПК А 61 В 5/103. Стабилометрическая платформа / С.С. Слива, Э.О. Девликанов, Г.А. Переяслов. – № 2002133778/14, ; Заявлено 20.11.03; Оpubл. 03.10.07, Бюл. № 20,– 18 с.
9. Биомера [Электронный ресурс] <http://www.biomera.ru> Биомера 2016URL: <http://www.biomera.ru/production/>(дата обращения 13.06.2016)

10. ТЕНЗО М [Электронный ресурс] <http://www.tenso-m.ru> ТЕНЗО М 2016
URL: http://www.tenso-m.ru/pdf/614_T70A.pdf
(дата обращения 12.06.2016)
11. ТЕМ [Электронный ресурс] <http://www.tme.eu> TME electronic corporation 2016
URL: <http://www.tme.eu/ru/Document/a4fa3b36900722ee8169cab48171fcdb/ATTINY84A-SSU.pdf> (дата обращения 12.06.2016)
12. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD620.pdf>
13. Analog devices [Электронный ресурс]
<http://www.analog.com/en/index.html> Analog devices 2016
URL: <http://forum.cxem.net/index.php?showtopic=77750>
(дата обращения 13.06.2016)
14. Гроховский С.С., Кубряк О.В. Метрологическое обеспечение стабилметрических исследований // Медицинская техника. — 2014. — № 4. — С. 22-24.
15. Метрологическое обеспечение измерений в исследованиях функции равновесия человека / С. С. Гроховский, О. Н. Кубряк // Мир измерений. - 2011. - № 11. - С. 37-3