

Бондаренко А.А.  
к.т.н., доцент каф. УКТС Суржик Д.И.  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
e-mail:anton-bondarenko-2014@mail.ru

### **Применение функционального моделирования для анализа прохождения сигналов через узлы систем фазометрического контроля**

В традиционном понимании функциональное моделирование представляет собой процесс моделирования функций, выполняемых рассматриваемой системой или объектом, путем создания описательного структурированного графического изображения, показывающего, что, как и когда выполняется относительно функционирования объекта или объектов в системе в заданные моменты времени, а также связывающие функции с учетом имеющейся информации. В отличие от других видов моделирования (физического, математического, полунатурного, структурного и других) основой при функциональном моделировании является функциональная схема исследуемого устройства, которая определяет состав его основных звеньев и операции, которые должны выполнять эти звенья для достижения поставленной задачи. Данное графическое структурированное изображение показывает, какие изменения происходят с сигналом в определенный момент времени при заданных параметрах, а также позволяет наглядно отобразить структуру устройства, прибора или какой-либо иной системы в целом, охватывая тем самым все области изучения информации об объекте и возможность получения точной информации о том, что происходит с объектом исследования, а также позволяет увидеть полную картину поведения его при определенных обстоятельствах или заданных параметрах.

Функциональное моделирование служит одним из опорных аппаратов анализа работы различных устройств, приборов и систем и применяется в широком спектре областей приборостроения, машиностроения, радиотехники, а также в других направлениях. Оно является одним из важнейших элементов обеспечения точной визуализации и точности определения поведения сигналов в зависимости от тех или иных параметров, задаваемых при отслеживании сигнала, в частности, в системах фазометрического контроля. Поэтапное моделирование процесса обработки сигналов с его помощью в системах фазометрического контроля дает возможность более детально и наглядно увидеть, что происходит с сигналом на конкретном этапе его обработки при определенных полезных и возмущающих воздействиях и параметрах звеньев.

В общем случае фазометрические системы относятся к классу устройств, которые осуществляют измерение фазы полезных сигналов в присутствии действующих шумов. Они содержат первичные средства обработки сигналов, фазовые детекторы, элементы цифровой схемотехники (например, счетчики, триггеры, мультиплексоры), устройства фильтрации, а также формирователи опорных сигналов. Таким образом, фазометрические системы и устройства можно эффективно исследовать с использованием функционального моделирования, обобщенная схема процесса которого представлена на рис. 1. Согласно данной схеме, первый из трех последовательно соединенных блоков предназначен для формирования моделей входных сигналов, второй - для описания непосредственного процесса их обработки, а третий - для обеспечения заданной избирательности системы путем применения фильтрации сигналов.

На основании представленной обобщенной схемы процесса функционального моделирования определено, что применительно к задачам исследования входной сигнал системы фазометрического контроля можно описать на основе аддитивной модели сигнально-помеховой смеси входного информационного процесса; определены оптимальные функциональные модели звеньев системы, для которых дано необходимое описание. Их применение позволяет проводить анализ основных этапов обработки входных сигналов,

который может быть выполнен как аналитически, так и с применением традиционных программных сред, используемых для данных задач.

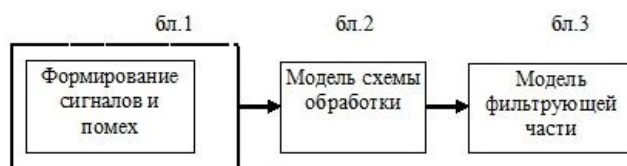


Рис. 1. Обобщенная схема процесса функционального моделирования

### Литература

1. Кирицев Э.С. Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий – «Фазометрические устройства». Описание изобретения, Л.М.Недорезова, В.В.Валькович. Филиал ППП «Патент», 7стр.

2. Ромашов В.В., Смирнов М.С. «Функциональное моделирование радиоэлектронных устройств в системе MathCad». Пособие (ФМРЭУ). Редакционно-издательский совет МИ(ф)ВлГУ, 85 стр.

3. Греченева А.В. «Фазометрический метод гониометрического контроля на базе акселерометрических преобразователей». Научная диссертация, 20стр.

Дударев Д.В.

*Научный руководитель: канд. наук, доцент Р.В. Романов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: dima.dudarev.2013@mail.ru*

### **Исследование и разработка алгоритма оценки параметров передаточной функции элементов сооружения в системе оповещения о нарушении геотехнической устойчивости.**

В настоящее время поиск геотехнической устойчивости здания и выявления источников вибрационных воздействий на него очень важно, ведь до сих пор многие здания рушатся из-за сильного износа (например железная дорога, недалеко большая трасса, взрыв и т.д.), составления алгоритма оценки их разрушения задача данной работы.

В процессе жизнедеятельности здания оно подвергается различным внешним воздействиям такие как вибрации и их разделяют на естественные (связанные с явлениями природы) и техногенные (взрыв, движению машин, поезда). Вибрация может стать причиной разрушения здания [1]. Характерными чертами снижения эксплуатационной надежности является, ухудшение состояния несущих конструктивных элементов и несущих, образование трещин и т.д. Поэтому вибрацию сооружений следует регулярно или время от времени контролировать, чтобы знать, как сильно на данный момент вибрационные нагрузки значительны как для конструкции в целом, так и для ее отдельных частей.

Вибрации естественной и техногенной природы различаются по своему характеру. Обычно, вибрация от естественных источников располагается в области более низких частот, характеризуется большой мощностью в эпицентре и распространяется на большие расстояния. [2] Эта вибрация оказывает значительные повреждения зданию, из-за этого в местах частого или ожидаемого действия источников вибрации естественного происхождения (например, в сейсмоопасных районах) к конструкции зданий предъявляют особые требования. Вибрации техногенного характера зависят напрямую от источника и пути распространения вибрации. Например, здание расположенное недалеко от железной дороги подвергается более высокому износу, чем здание расположенное рядом с одной дорогой одностороннего движения транспорта.

Исследование воздействия вибрации на конструкцию здания происходит тогда, когда есть основания думать, что это воздействие может привести к разрушению конструкции. Это исследование состоит из множества этапов, начинающийся на стадии проектирования новых зданий в условиях действия повышенной вибрации, которые могут оказывать значительное влияние на возведенные здания. [3] На различных этапах проектирования разрабатывают и уточняют расчетные модели, в которых указывают динамические свойства источника вибрации, ее возможное дальнейшее распространение и особенности здания.

Составление передаточной функции поможет выявить зависимость влияния того или иного объекта на здание. В расчет берется частота, расстояние и поверхность (асфальт, земля и т.д.) влияет на распространение вибрации. Получив нужные данные с датчиков и составления передаточной функции, я смогу понять когда то или иное здание обрушится. Это позволит заранее предупредить об опасности.

На данный момент нет нужной информации для установки соответствия между степенью жесткости вибрации и вызываемыми ею разрушениями. Примерные предельные значения вибрации представлены в ряде национальных стандартов и других нормативных документах зарубежных стран. В документе настоящего стандарта DIN 4150-3-1999 описаны критерии оценки вибрации, регулярно используемые в международной практике. Представленные оценки не охватывают все обилие сооружений и разновидностей внешних воздействий и поэтому могут быть использованы только после предварительного анализа каждой конкретной ситуации.

### **Литература**

1. Болдырев, Г.Г. Живаев А.А. Геотехнический мониторинг. Инженерные изыскания. - №8. - 2013. С.40-45.
2. Курилов И.А., Суржик Д.И, Васильев Г.С., Харчук С.М. Исследование параметрической устойчивости системы ФАПЧ на основе непрерывных кусочно-линейных функций. Методы и устройства передачи и обработки информации №14. 2012, с. 11-14.
3. Долматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. - 2-е изд. - Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. 415 с.

Егорова Е.А.

*Научный руководитель: доцент каф. УКТС Греченева А.В.**Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
e-mail: cartoonfun44@gmail.com*

### **Акселерометрический метод биометрической аутентификации**

Аутентификация – это проверка подлинности на основе биометрических показателей. Основным на всемирном рынке биометрической защиты всегда являлся статический метод биометрической аутентификации (например, по отпечатку пальца, по форме ладони, по расположению вен на лицевой стороне ладони, по сетчатке глаза, по радужной оболочке глаза, по форме и термограмме лица). Наряду со статическими методами в настоящее время значительное развитие получают методы динамической аутентификации, основанные на регистрации и анализе поведенческой характеристики человека (мимика, рукописный и клавиатурный почерк, голос).

Следует отметить, что для биометрических систем аутентификации характерны факторы возникновения рисков. Помимо утечки данных, в которых в основном виноваты люди, биометрии свойственны специфические проблемы, связанные непосредственно с алгоритмами распознавания личности. Их называют естественными ограничениями биометрических методов идентификации. Одними из наиболее распространенных недостатков систем идентификации являются ошибки 1-го и 2-го рода: 1) ложное соответствие из-за вторжения злоумышленника, который сумел обмануть алгоритмы распознавания, выдав себя за другого пользователя; 2) ложное несоответствие и отказ в обслуживании, когда модель не смогла распознать пользователя, не обнаружив в базе цифрового шаблона [1].

Для обеспечения требуемого уровня безопасности персональных данных зачастую недостаточно наличие базовых способов аутентификации, что подтверждается статистикой [2, 3]. В связи с этим, в рамках исследований в качестве идентификационных параметров системы индивидуального доступа предлагается использовать персональные биомеханические параметры, так как манера движения каждого человека индивидуальна, и фальсифицировать ее практически невозможно, что делает походку уникальным идентификатором.

Согласно предлагаемому подходу при использовании данных со смарт-браслетов, телефонов, или дополнительных гаджетов с акселерометрами, в ходе интеллектуальной обработки сначала происходит сбор данных, устройство извлекает образец биометрической черты, показатель, связанный с человеческими особенностями. На основе биометрической черты создается биометрический шаблон. Обучение индивидуального шаблона позволяет сообщить системе о роде деятельности пользователя в определенный момент времени. Благодаря этому система накапливает информацию об активности пользователя в течение дня и сохраняет индивидуальный шаблон человека. Индивидуальный шаблон заносится в базу данных и хранится вместе с идентификатором пользователя.

В ходе исследований была произведена регистрация параметров походки и их дальнейшая оценка на предмет выявления индивидуальных особенностей (рис. 1).

Как видно из полученных графиков у каждого добровольца наблюдаются индивидуальные особенности походки. У добровольца А наблюдается нормальный цикл шага (постоянный на всем временном отрезке). Период опоры и период переноса нормальный. Амплитуда шага не превышает 80°. У добровольца Б наблюдается нормальный цикл шага (от 0 до 30 с. и от 50 до 60 с.). Сокращенный период опоры и переноса. Амплитуда шага не превышает 50°. У добровольца В наблюдается нормальный цикл шага (от 0 до 30 с.). Период переноса продленный. Амплитуда шага достигает 90°.

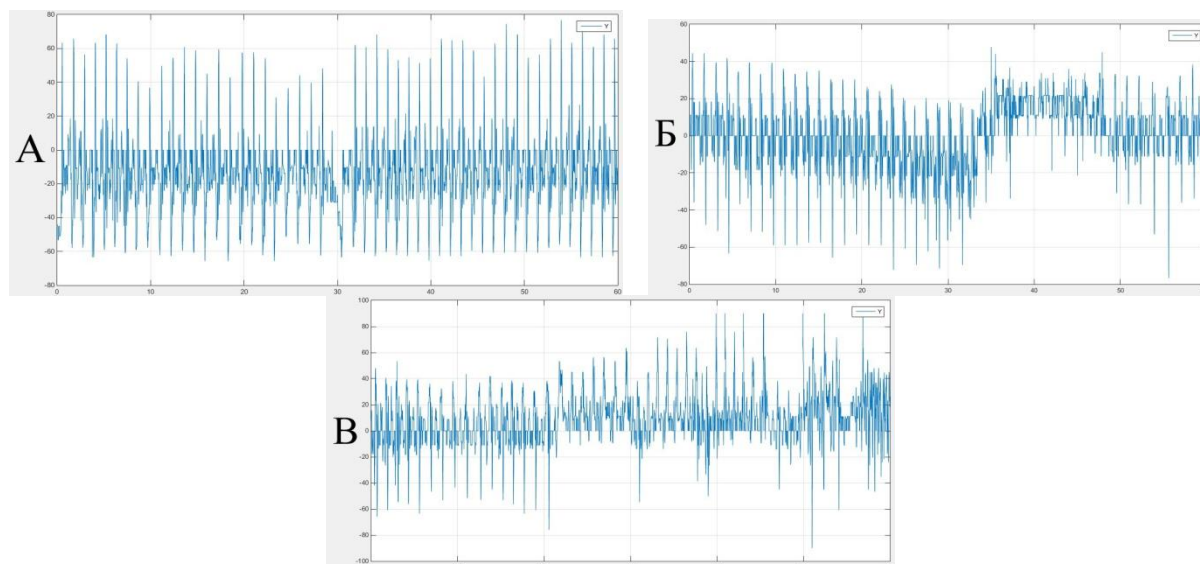


Рис.1 – Регистрируемые параметры походки. А) доброволец 1, девушка 21 год, среднего телосложения, рост 163 см; Б) доброволец 2, девушка 20 лет, среднего телосложения, рост 166 см; В) доброволец 3, юноша 20 лет, среднего телосложения, рост 180 см.

Полученные данные подтверждают наличие характерных особенностей движений у различных людей и целесообразность использования акселерометрических данных в решении задач биометрической идентификации. Согласно исследованиям, полученные данные служат обучающей выборкой для формирования индивидуального шаблона человека, на основе которого в дальнейшем будет осуществляться идентификация пользователей.

#### Литература

1. Пересыпкин И. П., Мартынова Л. Е., Назарова К. Е., Белозёрова А. А., Попков С. М. Принципы работы и уязвимости биометрических систем аутентификации // Молодой ученый. — 2016. — №30. — С. 86-88. — URL <https://moluch.ru/archive/134/37699/> (дата обращения: 01.04.2020).
2. Соколова А.И., Конушин А.С. Методы идентификации человека по походке // Труды ИСП РАН, том 31, вып.1, 2019 г. стр. 69-82. [https://www.ispras.ru/proceedings/docs/2019/31/1/isp\\_31\\_2019\\_1\\_69.pdf](https://www.ispras.ru/proceedings/docs/2019/31/1/isp_31_2019_1_69.pdf) (дата обращения: 01.04.2020)
3. Современные методы биометрической идентификации. <https://www.azone-it.ru/sovremennye-metody-biometricheskoy-identifikacii/> (дата обращения: 01.04.2020)

Кривцов В.О.

*Научный руководитель: канд. наук, доцент Р.В. Романов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail:gorgeous\_v@icloud.com*

### **Исследование и разработка алгоритма оценки направления распространения вибрации по зданию в системе оповещения о нарушении геотехнической устойчивости.**

Актуальность данной работы заключается в заблаговременном оповещении о геотехнической устойчивости здания и выявления источников вибрационных воздействий [1].

В данной работе будет производиться алгоритм выявления внешних вибрационных воздействий на здания.

В процессе эксплуатации здания подвержены воздействию вибрации. Существует два вида воздействий:

-естественные – это может быть ветер или землетрясение

-техногенные – могут быть вызваны деятельностью человека, строительными работами, движением транспорта.

Вибрации могут стать причиной повреждения несущей конструкции здания, снизив ее надежность: уменьшить устойчивость, появления внутри здания трещин, ухудшить способность перекрытий. Поэтому вибрацию необходимо постоянно или периодически контролировать, чтобы понять, насколько действующие нагрузки опасны для здания

Повреждения разделяют на:

-легкие, косметические — это тонкие трещины в штукатурке , появление трещин в растворе , связывающим кирпичную кладку или бетонные блоки.

-умеренные — небольшие трещины в стенах , отваливания штукатурки

-тяжелые — большие и сквозные трещины в стенах

Вибрации естественной и техногенной природы различаются по своему характеру. Вибрации от естественных источников находятся в более низких частотах, для нее характерны воздействия высокой мощностью в источнике и распространяется на длинные расстояния. Такая вибрация может привести к значительным повреждениям зданий, поэтому в местах где наблюдается постоянные или ожидаемые вибрации, к конструкции зданий могут быть предъявлены специальные требования.

Исследование воздействия вибрации на конструкцию здания тогда когда есть основания предполагать, что это воздействие может привести к повреждению конструкции. Такое исследование осуществляется в несколько этапов, начинающиеся на стадии проектирования новых зданий в условиях, где воздействия вибрации могут оказывать существенное влияние на возведения здания. На разных этапах проектирования разрабатывают и производят расчетные модели, в которых учитываются динамические свойства источника вибрации, как она будет распространяться и особенности конструкции здания. Выходом в данной ситуации представляется отклик в разных точках конструкции с датчиков. Измерения вибрации, могут использоваться для оценки корректности построенной модели.

На данный момент имеется очень мало данных для выявления соответствия между степенью жесткости вибрации и вызываемыми ею повреждениями зданий. Приблизительные предельные значения вибрации регламентируются в ряде национальных стандартов и других нормативных документах зарубежных стран. В стандарте DIN 4150-3-1999 приведены критерии оценки вибрации, наиболее часто используемые в международной практике. Данные оценки не могут охватить все виды зданий а также воздействий на них.

Выявление будет осуществляться с помощью датчиков акселерометра, пьезодатчиков. В акселерометрах диапазон частот сосредоточен в узком диапазоне от 10 до 1000Гц. Но опытами подтверждено, что среднеквадратичное значение скорости измеряется в данном диапазоне и более точно показывает строгость и опасность механических колебаний. Пьезоэлектрические

датчики будут выступать в роли измерения силы воздействия и отличаются повышенной точностью и неплохой проводимости, при этом рабочая частота находится на уровне 4 Гц. Будут производиться измерения самой вибрации здания без воздействия окружающей среды. Это нам необходимо в дальнейшем для оцифровки сигнала и выявления источника вибрации. Сопряжение датчиков с компьютером будут осуществлены при помощи Arduino. Замеры будут регистрироваться в среде программирования и моделирования MATLAB. Так же будет установлен фильтр низких частот, для того что бы убрать лишние шумы в сигнале. После обработки сигнала мы сможем выяснить насколько большое влияние оказывает окружающая среда на здание, а так же в последствии выявить источники вибраций. А так же произведен вывод о допустимости использования здания или о рекомендациях уменьшения вибрационных воздействий.

### Литература

1. Болдырев, Г.Г. Живаев А.А. Геотехнический мониторинг. Инженерные изыскания. - №8. - 2013. С.40-45.
2. Курилов И.А., Суржик Д.И, Васильев Г.С., Харчук С.М. Исследование параметрической устойчивости системы ФАПЧ на основе непрерывных кусочно-линейных функций. Методы и устройства передачи и обработки информации №14. 2012, с. 11-14.
3. Долматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. - 2-е изд. - Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. 415 с.



Орлова А.Р.

*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. УКТС Р.В. Романов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
e-mail: anas.orlova2015@yandex.ru*

### **Исследование и выбор геоэлектрической модели как инструмента моделирования при возможном выделении нефтешлама на базе фазометрического метода контроля**

При осуществлении фазометрического, геодинамического контроля приповерхностных слоев геологической среды на наличие участков, пораженных нефтешламом не последнее значение, играет детальное обоснование и выбор геоэлектрической модели, которая должна достаточно полно и точно отражать основные закономерности электродинамических вариаций объекта контроля. Таким образом, следует, что при использовании фазометрических методов контроля основными параметрами моделей являются параметры передаточной функции, определяемые пространственно-временным распределением электродинамических свойств среды. В этом случае используемая модель контроля должна адекватно представлять динамику электрических параметров среды и контролируемого объекта [1].

В таких случаях базовым классом геоэлектрических моделей при организации контроля геодинамических объектов можно считать класс одномерных моделей, в которых электродинамические характеристики являются функцией только одной координаты – мощности слоя геологической среды. В этом классе моделей фигурируют два случая: первый, когда динамика непрерывна (модели с одномерным градиентом) и второй, наиболее часто используемых моделей с ограниченным масштабом на определенном участке с распределением электродинамических параметров (неоднородными приповерхностными слоями модели геологической среды) [1].

Наиболее сложный класс моделей геологической среды с участками повреждений нефтешламом является двумерные геоэлектрические модели, которые, очевидно, описываются двумерными функциями в пространстве. В этом классе моделей можно выделить несколько подклассов и частных случаев. Наиболее элементарными из них являются модели с вертикальным контактом и включениями элементарных линейных форм, более сложными вертикальный пласт (жила) и вертикальная неоднородная геологическая среда. Эти модели являются основными для геодинамического контроля геологической среды и объекта контроля.

Самый сложный класс геоэлектрических моделей – это трехмерные модели (3D-модели). Наиболее простые случаи 3D-моделей это - локальные трехмерные аппроксимирующиеся тела (шар, эллипсоид вращения), расположенные в полупространстве с однородной геологической средой. Дополнительные сложности и неоднозначности могут вносить скрещивание локальной 3D-модели неоднородности в геологической среде с двумерным геоэлектрическим разрезом. Кроме этого, стоит помнить и учитывать различные модели со случаями проявления анизотропии неоднородности и самого разреза, что характерно для большинства реальных сред, и динамику электрических параметров в них [1].

Таким образом, реальная геологическая среда, и это надо учитывать, всегда трехмерна, но несмотря на это, обработка информации при геодинамическом контроле в рамках 3D-моделей, затруднительна и для конкретных, особых, ситуаций не всегда целесообразна или возможна. В большинстве случаев в этом нет необходимости вследствие того, что в рамках решаемых задач, геодинамический объект удовлетворительно аппроксимируется более элементарными моделями, обладающими меньшей размерностью (двумерными или одномерными).

### **Литература**

1. Kuzichkin O.R., Grecheneva A.V., Gakhov R.P., Dorofeev N.V., Gakhov B.R., Development And Research of the Geoelectric Model of the Local Zone of Geodynamic Control / Acta technica csav (Ceskoslovensk akademie ved), [Akademie Ved Ceske Republiky](#). 2017.- 56p.

Попов А.И., Киселев Д.М.

*Научный руководитель: доцент каф. УКТС Васильев Г.С.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: vip.DimKis1998@mail.ru*

### **Разработка и исследование протокола передачи информации в сетях БПЛА**

С каждым годом возрастает роль беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для обеспечения связи в труднодоступных регионах и в зонах повышенной опасности или для мониторинга поверхности во время разведывательных и спасательных миссий с передачей на наземную станцию видеоданных и изображений в реальном режиме времени. Сегодня для этих целей используется комплекс, состоящий из одного или более БПЛА, каждый из которых передает информацию с камеры, которая находится на борту самого аппарата, на станцию управления, которая находится на земле.

Такой метод имеет ряд недостатков:

Во-первых, это дорогие БПЛА, оснащенные мощным оборудованием с усиленными характеристиками.

Во-вторых, каждый БПЛА уязвим перед радиопомехами и преднамеренным выводом из строя и малым запасом батареи.

В последние годы начали проводиться исследования, которые позволят использовать самоорганизующейся сети БПЛА, способные согласованно выполнять одну миссию. Такие устройства должны передавать данные по радиоканалам, используя стандартные технологии. Каждый узел выступает как источником данных с камеры, которая расположена на борту БПЛА, так и ретранслятором, образующий многосвязную топологию сети. FANET может снизить стоимость при технических решениях, которые понадобятся для выполнения поставленных задач, позволяющее расширить территорию за счет ретрансляции данных и увеличить максимальное время их проведения при помощи замены приборов с разряженными аккумуляторными. Такие сети могут продолжать работать в самых различных неожиданных ситуациях. Сама идея об использовании FANET открывает много новых проблем, одна из которых — это очень низкое качество обслуживания. Это из-за того, что узлы такой сети имеют большую скорость передвижения относительно друг друга, применение, таких протоколов как AODV и OLSR, в большинстве случаев не только не обеспечивает приемлемое качество доставки данных в FANET, но и может привести к невозможности выполнения миссии.

Есть несколько методов, позволяющие повысить качество обслуживания в локальных беспроводных сетях, к примеру:

- метод запроса повторной передачи;
- метод помеха защищенного кодирования;
- метод сетевого кодирования;
- метод много путевой избыточности.

На сегодняшний день для повышения качества обслуживания, получает широкое распространение метод много путевой избыточности. Ее смысл в том, что при ее использовании повышается качество доставки данных от источника к адресату, путем использования промежуточных узлов. Много путевой избыточностью так же обладают и древовидные и многосвязные структуры, используемые в наложенных сетях. Для повышения качества обслуживания может использоваться метод на основе наложения сетей с использованием много путевой избыточности.

### **Литература**

1. Электронный ресурс <http://www.dslib.net/radiotex-ustrojstva/razrabotka-algoritmov-peredachi-potokovyh-dannyh-na-prikladnom-urovne-v-setjah.html>
2. Электронный ресурс <https://cyberleninka.ru/article/n/seti-fanet>[https://www.psuti.ru/sites/default/files/field/attachments/2015/12/vasilevds\\_dissertaciya\\_2015-12-03.pdf](https://www.psuti.ru/sites/default/files/field/attachments/2015/12/vasilevds_dissertaciya_2015-12-03.pdf)

Потапов В.К.

*Научный руководитель: д.т.н., профессор каф. УКТС Ростокин И.Н.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: valera.potapov.1996@mail.ru*

### Исследование способов оптимизации параметров антенных устройств радиофотонных РЛС

Радиофотонная РЛС это радиолокационная станция (РЛС), аппаратура которой выполнена на основе радиофотонных технологий, что предполагает использование радиочастотной модуляции или демодуляции оптических несущих сигналов[1]. Данная технология позволяет повысить дальность действия и разрешающую способность, а также создавать трёхмерный портрет цели.

В радиофотонной РЛС подразумевается зондирующий и отраженный сигнал в виде радиоволн, а фотоны, заменяя электроны, функционируют внутри РЛС в принципиально новых не электронных устройствах обработки, преобразования, усиления сигналов в оптических устройствах с преобразованием оптических сигналов в радиосигнал на выходе передающих элементов фазированной антенной решётки и обратного преобразования отраженного от цели радиосигнала в оптический при приеме его фазированной антенной решёткой. Это необходимо для повышения дальности действия и разрешающей способности, создавать трёхмерные изображения целей.

Радиофотоника– научно-техническое и технологическое направление, изучающее взаимодействие оптического излучения и СВЧ-радиочастотного сигнала в задачах приема, передачи.

В радиофотонике ставший слишком медленным исчерпавший себя электрон заменен на фотон. Это область радиотехники, предполагающая использование распространяющихся в открытом пространстве сигналов радиодиапазона (в радиолокации обычно СВЧ), но оптические методы обработки и преобразования сигналов в радиотехнических устройствах.

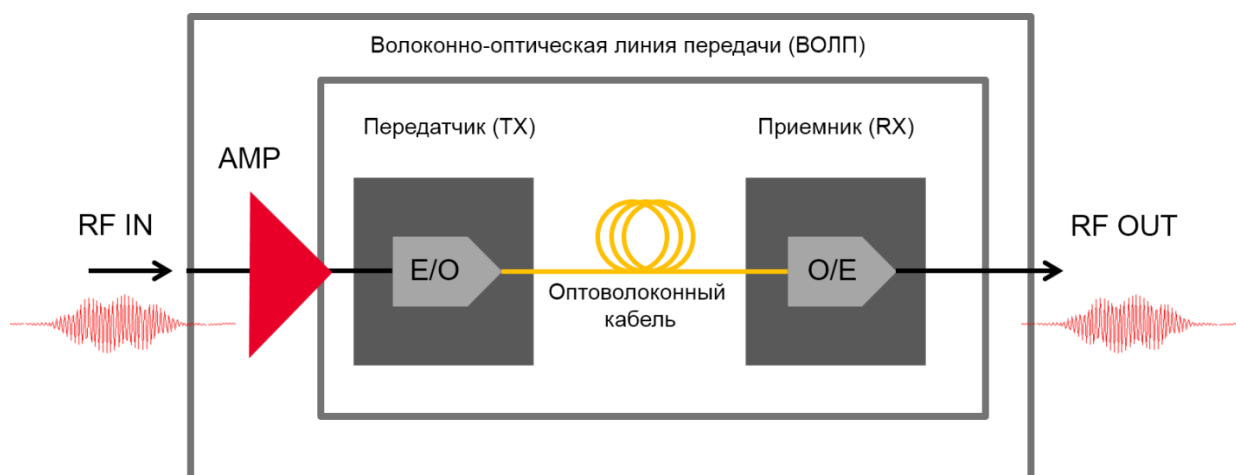


Рис. 1. Структура радиофотонной системы

Изначально радиофотонные технологии использованные в РЛС сводились к оптоволоконной разводке тактовых импульсов АЦП по множеству приёмных каналов. При этом для срабатывания АЦП оптические импульсы должны были преобразовываться в тактовые видеосигналы с помощью фотодетекторов[2]. Данное техническое решение дало возможность преодолевать проблемы передачи тактовых сигналов АЦП через вращающиеся

контактное сочленение от неподвижной аппаратуры несущей платформы на вращающуюся цифровую антенную решётку.

#### Методы оптимизации

В антенной технике материал используется как основание или экраны для традиционных антенных излучателей. Благодаря достаточно широкому частотному диапазону запрещенных зон материалов обеспечивается подавление желательных поверхностных волн, что положительно сказывается на увеличении общей эффективности излучателей увлечение их усиления.

Изначально в радиофотонике использовался оптоволоконный интерфейс для передачи излучаемых или принятых антенными элементами радиосигналов и их обработки. В будущем планируется внедрение радиофотонных технологий в радиосвязь, что ожидается уже в системах связи 6G. Для этого необходимы дальнейшие исследования данного направления для оптимизации.

### Литература

1. Малышев А. С. Волоконно-оптические лазерные и фотодиодные модули СВЧ-диапазона и системы радиофотоники на их основе.— 2-е изд., стереотип. — М.: Горячая линия - Телеком, 2011. — 144 с. — 500 экз. — [ISBN 978-5-9912-0214-5](#).

2. Светличный Ю.А., Дегтярев П.А., Негодяев П.А. Схемы и компоненты перспективных радиотехнических систем с цифровыми фазированными антенными решётками— М.: ПЕР СЭ, 2004.

Пронин Н.С.  
*д.т.н., профессор каф. УКТС Дорофеев Н.В.*  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
e-mail: nikita-pronin-1998@mail.ru

### **Исследование и разработка системы компенсации тремора рук в человеко-машинном интерфейсе**

Тремор рук – это произвольные, быстрые, неравномерные движения верхних конечностей, вызванные сокращением мышц. Эти дрожания могут быть напрямую связаны с задержкой корректирующих нейронных сигналов, с длительным напряжением рук, стрессом. Он существует у абсолютно каждого человека и зависит от определенных факторов, так например тремор рук может усиливаться при волнении человека, переутомлении, эмоциях, патологии нервной системы. Дрожание рук может происходить не только в активном движении, но и в состоянии расслабления, когда руки перемещаются к цели или просто вытянуты и находятся в статистическом положении. Главными характеристиками тремора являются частота и амплитуда дрожания, которая может снижаться или возрастать при определенных обстоятельствах.

Данный проект направлен на улучшение жизни людей, которые по каким либо причинам имеют данное заболевание. Актуальность данного проекта очень велика, так как напрямую связано с медицинским прогрессом и затрагивает здоровье большинства людей. Эта болезнь может возникать не только в руках, но и во всем теле.

Ниже представлено несколько разновидностей данного недуга.

Физиологический, акцентуированный, эссенциальный, паркинсонический, мозжечковый и другие разновидности.

Тремор является патологией, которой страдает каждый человек. В большинстве случаев он совершенно не опасен и является обыденным в жизни человека. Но существует и тяжелая стадия этой болезни, которая влечет за собой тяжелые последствия. Тремор кистей и пальцев рук больше встречается у пожилых людей. Однако эту болезнь можно встретить и у молодых, вполне здоровых людей. У индивидов молодого возраста наблюдается чаще всего тремор рук при волнении или вследствие физической усталости.

Болезнь тремора рук в легкой стадии лечится препаратами, но людям с тяжелой стадией болезни нужен прибор, который будет справляться с тремором.

В данном проекте был разработан алгоритм компенсации тремора, совершен сбор данных с пациентов обладающих тремором и здоровых людей, произведена обработка данных, и был разработан прибор, который поможет справиться с тремором рук. Компенсация тремора была произведена как с помощью разрабатываемого алгоритма. С помощью акселерометра, который будет давать противофазу, и управляющей платы с батареей на перчатке.

Так как болезнь тремора рук полностью излечить невозможно, то на данном этапе этот прибор станет промежуточным этапом на пути к исцелению людей от болезни тремора рук.

### **Литература**

1. Иванова Екатерина Олеговна «Клинико-нейрофизиологический анализ дрожательного гиперкинеза при эссенциальном треморе и болезни Паркинсона. стр 95.
2. Иванова-Смоленская И.А. Дрожательные гиперкинезы // Экстрапирамидные расстройства: Руководство по диагностике и лечению / под ред. В.Н. Штока, И.А. Ивановой-Смоленской, О.С. Левина. М.: МЕД-пресс информ, 2002. - С. 264-281.
- 3.Кандель Э.И., Андреева Е.А., Смирнова С.Н. и соавт. Изучение патогенеза тремора при паркинсонизме методом спектрального анализа огибающей ЭМГ с помощью компьютера // Журн. невропатол. и психиатр. - 1986. - № 7. – С. 970-975.

Пялина Т.Ю.  
*Научный руководитель Н. В. Дорофеев*  
 ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г.  
 Столетовых»  
 Россия, 602264, г.Муром, ул. Орловская, д. 23

### Измерение степени отклонения от нормы сгибания локтевого сустава

Контроль угловых параметров является важной задачей эффективной реабилитации опорно-двигательного аппарата человека.

Рассмотрение амплитуды движения локтевого сустава довольно простое дело, но с помощью него можно оценить степень серьезного заболевания с учетом ряда индивидуальных особенностей[1].

С помощью данного измерения выявляют различные патологии и врожденные проблемы опорно-двигательного аппарата.

В ходе исследования были рассмотрены относительные угловые изменения и амплитуда движения во время выполнения простых упражнений. Неправильная изменение данных характеристик свидетельствует о нарушении работы опорно-двигательного аппарата.

Важной целью данной работы является проведение комплексной обработки данных гониометрии и сравнение результатов с нормой среднестатистического человека.

Во время обработки данных был получен временной ряд изменения угловых параметров локтевого сустава во время выполнения базового упражнения(рис.1).

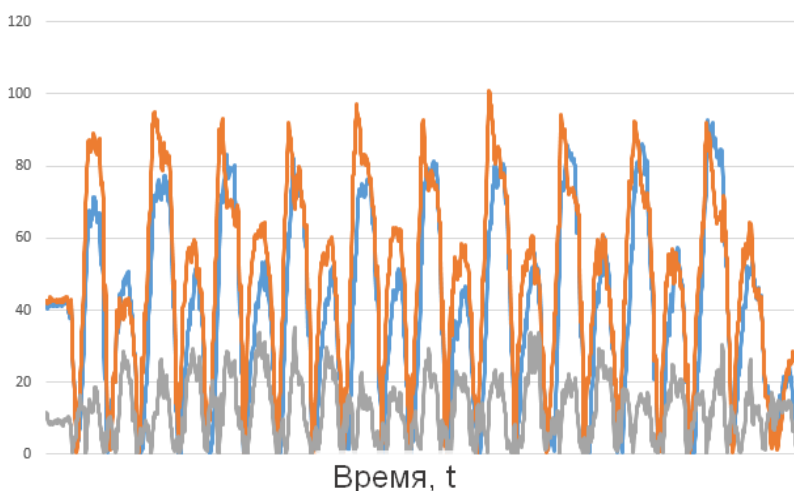


Рис.1 – График зависимости

Рассматривая полученный график зависимости можно увидеть, что с течением времени амплитуда сгибания и разгибания изменяется. При сравнении полученных показателей со среднестатистической нормой можно увидеть, то что показатели не выходят за ее пределы.

Полученный результат свидетельствует об эффективности сравнения степени изменения отклонения от нормы сгибания локтевого сустава[2].

Результативность данного анализа помогает на ранних сроках увидеть серьезное заболевание и качественно подобрать реабилитационное оборудование.

### Литература

1. Деревцова С. Н. Гониометрия суставов конечностей здоровых людей различных соматотипов // ВНМТ. 2011.
2. Пялина Т.Ю. Статистические данные сгибания локтевого сустава в системе гониометрического контроля // Научный потенциал молодёжи – будущее России. XII Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции. Муром, 2020 г. – стр. 213-214

Пялина Т.Ю.  
 Научный руководитель А.В. Греченева  
 ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г.  
 Столетовых»  
 Россия, 602264, г.Муром, ул. Орловская, д. 23

### Исследование параметров биомеханики опорно-двигательного аппарата человека на базе акселерометрического метода контроля

В настоящее время наиболее перспективным направлением в ортопедической медицине является изучение параметров биомеханики опорно-двигательного аппарата, его поддержания и восстановления в определенные этапы жизни и решение важнейших проблем, связанных с нарушениями его функционирования. Диагностика опорно-двигательного аппарата человека является первостепенной задачей на этапе определения курса реабилитации и восстановительной методики.

Быстрое развитие инновационных технологий позволяет расширять области исследования и решать сложнейшие задачи. Внедрение новых методов исследования параметров движений позволяет улучшить качество медицинской диагностики в целом. Применение технологий исследования параметров на базе акселерометрического метода контроля позволит добиться повышения эффективности выявления серьезных заболеваний, связанных с функциональными нарушениями опорно-двигательного аппарата и улучшить методики оптимизации лечения. Основной целью данной работы является исследование параметров биомеханики опорно-двигательного аппарата человека в ходе выполнения базовых упражнений (локомоций) и регистрации параметров движений с применением акселерометрического метода контроля.

При исследовании биомеханики опорно-двигательного аппарата человека контролю подвергаются параметры объема (амплитуды) движений, скорости и ускорений биокинематических звеньев. Исходя из этого, применение акселерометрических датчиков позволяет прямым и косвенным методом обеспечить полноту биомеханического контроля опорно-двигательного аппарата [1].

В ходе исследований биомеханики опорно-двигательного аппарата при помощи акселерометров были произведены измерения угловых параметров, скорости и ускорений при выполнении базовых движений группой добровольцев [2]:

- сгибание-разгибание лучезапястного сустава (рис. 1 а);
- сгибание-разгибание локтевого сустава (рис. 1 б);
- сгибание-разгибание коленного сустава (рис. 1 в).

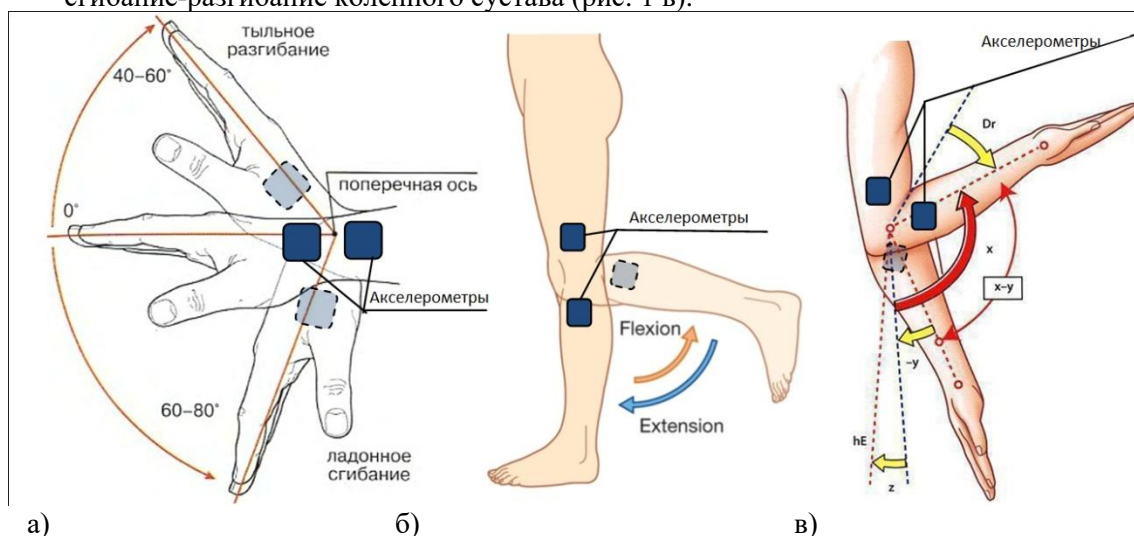


Рис. 1 Схема эксперимента исследований биомеханики опорно-двигательного аппарата человека

В ходе обработки результатов были получены временные ряды изменения угловых параметров в зависимости от выполняемых упражнений (рис. 2).

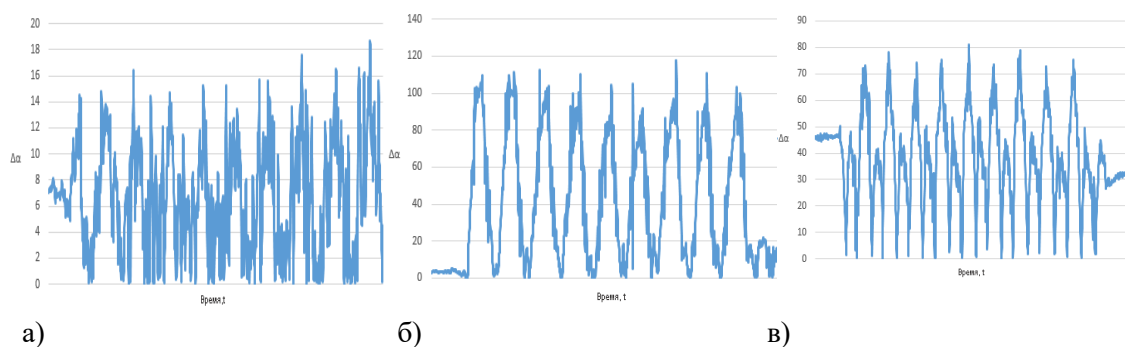


Рис. 2 а) График зависимости изменения относительной разности углов коленного сустава от времени; б) График зависимости изменения относительной разности углов коленного сустава от времени; в) График зависимости изменения относительной разности углов локтевого сустава от времени

На примере графика зависимости изменения относительной разности углов коленного сустава от времени видно, что амплитуда в начальный момент времени составила около 7 градусов, в ходе динамического контроля амплитуда достигла 15 градусов. Максимальное значение амплитуды составило 18 градусов. Аналогичная динамика наблюдается и при рассмотрении временных зависимостей изменения углов локтевого и лучезапястного сустава. Согласно данным графикам, в процессе многократного построения движения наблюдается возрастающий тренд амплитуды угловых параметров, что говорит об относительной разнице измеряемых значений статическим традиционным и динамическим предлагаемым методом. Иными словами, в процессе движений показания гониометрического контроля являются более объективными, так как приобретенные патологии опорно-двигательного аппарата развиваются именно в процессе повседневной динамики и нагрузки на биокинематические элементы. Следовательно, полученные результаты показывают эффективность применения акселерометрического метода, который позволяет регистрировать большое количество динамических параметров движений, в отличие от измерений, производимых механическим гониометром.

Оценивая дальнейшие перспективы развития носимых портативных систем биомеханического контроля на базе акселерометрического метода контроля, можно сделать выводы о возрастании эффективности реализации персонализированных носимых систем телемониторинга и биометрии.

### Литература

1. Греченева, А.В. Применение акселерометрических датчиков в измерительных гониометрических системах /А.В. Греченева, О.Р. Кузичкин, Н.В. Дорофеев, И.С. Константинов. - Информационные системы и технологии. 2015. № 4. С. 5-10
2. Гамбурцев, В.А. Гониометрия человеческого тела/ В.А. Гамбурцев. - М.: Медицина. 1973. – С. 6-62



Пялина Т.Ю.  
 Научный руководитель Н. В. Дорофеев  
 ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г.  
 Столетовых»  
 Россия, 602264, г.Муром, ул. Орловская, д. 23

### Статистические данные сгибания локтевого сустава в системе гониометрического контроля

В настоящее время быстрое развитие инновационных и передовых технологий дает возможность более расширенно рассмотреть имеющиеся проблемы и помогает более точно и высококачественно сделать комплексную обработку статистических данных. Для выявления на ранних стадиях и решения серьезных проблем, связанных с заболеваниями и реабилитацией опорно-двигательного аппарата, используют индивидуальную обработку данных.

Одним из важнейших методов, позволяющих сделать более точную и надежную обработку данных, является метод гониометрического контроля. Если посмотреть на развитие гониометрии как метода контроля, можно увидеть, что разные задачи можно решить при адаптации устройств контроля с разными чувствительными элементами. Это привело к расширению методик гониометрического контроля. Данный метод основан на определении углов отклонения объекта от системы координат [1].

Главной целью работы является анализ данных сгибания локтевого сустава в системе гониометрического контроля.

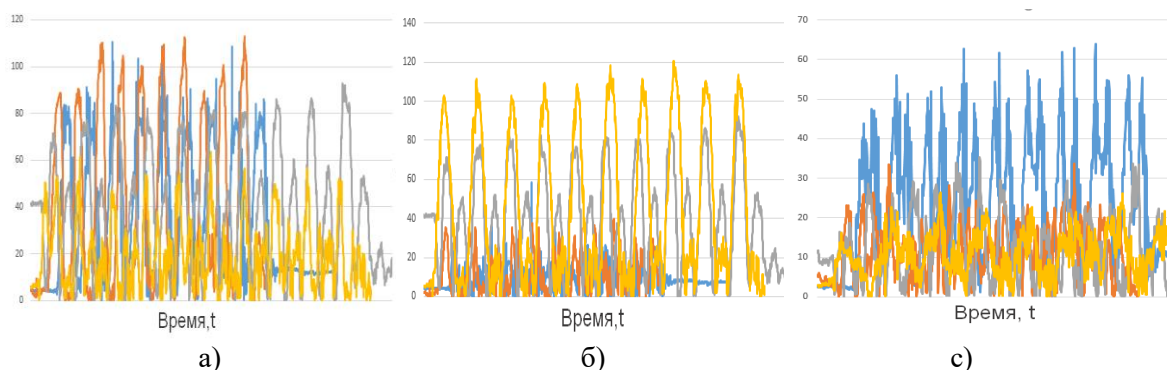


Рис.1 – а) График изменения относительной разности углов  $\alpha$  во время движения локтевого сустава; б) График изменения относительной разности углов  $\beta$  во время движения локтевого сустава; в) График изменения относительной разности углов  $\gamma$  во время движения локтевого сустава;

При рассмотрении графиков изменения относительной разности углов  $\alpha$  во времени можно увидеть, что амплитуда изменения одного и того же угла у разных добровольцев сильно отличается, на это могут влиять разные факторы такие как: физиологические способности, индивидуальные отклонения

Аналогично можно рассмотреть и графики изменения относительной разности углов  $\beta$  и  $\gamma$

На основании этого можно сделать вывод о том, рассмотрение статистических данных сгибания локтевого сустава в системе гониометрического контроля очень удобно и эффективно.

Статистическая обработка параметров функционирования опорно-двигательного аппарата помогает решить проблемы выбора реабилитационного оборудования.

#### Литература

1. Греченева А.В., Дорофеев Н.В., Кузичкин О.Р. «Применение акселерометрических датчиков в измерительных гониометрических системах»// Научный журнал «Машиностроение и безопасность жизнедеятельности», ISSN 2222-5285, №1, 2015. стр 55-58
2. Гамбурцев, В.А. Гониометрия человеческого тела/ В.А. Гамбурцев. - М.: Медицина. 1973. – С. 6-62