

**Аннотация**

Дан краткий обзор основных направлений исследований, представленных в рамках секции «Экология и здоровье человека» на XIV Международной научной конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии – ФРЭМЭ'2020», состоявшейся 1-3 июля 2020 года в г. Владимире.

Здоровье человека является непреходящей ценностью, значение которой с развитием науки и техники только возрастает. Этим объясняется все увеличивающийся интерес со стороны представителей различных наук, в том числе и технических, к проблемам не только определения функционального состояния и здоровья человека, но и состояния среды его обитания. Прежде всего это загрязнение атмосферного воздуха, электромагнитные излучения, высокий уровень шума. Наряду с этим существует множество факторов городской среды, являющихся следствием урбанизации. Все это влияет на физическое и психическое здоровье человека. Человек и природа являются взаимозависимыми.

Среда обитания человека, особенно в большом городе, является сложной системой социальных и экологических воздействий на его организм в течение всей жизни. Следствием бурного развития науки и техники является быстрый рост социальных изменений, в то время как изменение биологических процессов происходит значительно медленнее. В результате появляются так называемые болезни цивилизации. Повседневное состояние людей сопровождается стрессом, влияние которого может быть как положительным, так и отрицательным. В случае кратковременного воздействия на организм стресс способствует поддержанию гомеостаза и развитию адаптации человека к неблагоприятным факторам, а длительное стрессовое состояние приводит к нарушениям функций организма человека. Это означает, что длительный стресс является патогенетической основой различных заболеваний (неврологических, сердечно-сосудистых, эндокринных и т. п.).

Известно, что комбинированное действие факторов среды обитания на здоровье человека, как правило, приводит к различным взаимосоусиливающим эффектам. Причем добавление каждого нового фактора способствует более высокому риску заболевания. Например, как известно, на распространенность ишемической болезни сердца (ИБС) существенно влияют такие факторы, как загрязнение атмосферного воздуха (заболеваемость ИБС увеличивается на 44 %), высокий уровень шума (при усиленном акустическом воздействии – на 20 %), а также пищевые продукты с пестицидами (остаточные количества ДДТ в молоке, мясе, масле – на 26 %). А совместное воздействие этих факторов увеличивает количество людей с ИБС почти в 2 раза [1].

Академик РАН Н.А. Агаджанян говорил: «Проблемы, связанные с урбанизацией, необходимо решать не отдельными частными мероприятиями, изыскивая скороспелые и малоэффективные решения, разработав комплекс взаимосвязанных социальных, экологических, технических и других мер. Во всех случаях человек и окружающая среда должны рассматриваться как единое целое» [1, с. 224].

Исходя из этого, в далеком 1994 году в процессе обсуждения вопросов организации и проведения I Международной научной конференции (МНК) «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» было принято решение о необходимости создания специальной секции «Экология и здоровье человека».

На XIV МНК «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (МНК «ФРЭМЭ'2020»), состоявшейся 1-3 июля 2020 года в г. Владимире, в рамках секции «Экология и здоровье человека», было представлено более 25 докладов, не-

посредственно связанных с проблемами экологии и здоровья человека. Тематика сообщений охватывала достаточно широкий спектр медико-биологических проблем, а именно от вопросов совершенствования методов и средств анализа различных биосигналов (электроэнцефалограмм, электрокардиограмм, фонокардиограмм и др.) и формирования на их основе общих прогнозов для оценки функционального состояния организма человека до анализа показателей здоровья и функциональных резервов организма различных групп населения, среди которых доминировали исследования студенческой молодежи различной профессиональной принадлежности.

Работы, посвященные новым алгоритмам анализа различных биосигналов, свидетельствуют о прогрессе в этой области исследований и о переходе от анализа одиночных сигналов к обработке сразу нескольких сопряженных потоков биологической информации. Так, в работе А.А. Кузнецова, посвященной сопоставлению параметров электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и электрокардиограммы (ЭКГ), показано, что добавление к стандартному исследованию ЭЭГ хаосграммы позволит провести общий анализ фазовых составляющих электроэнцефалограммы. При этом определение нестационарных составляющих ЭЭГ и расхождение фрактальных коэффициентов ЭКГ и ЭЭГ является индикатором десинхронизации процессов регуляции ритма сердца и, следовательно, предиктором развития сердечных аритмий и других нарушений сердечной деятельности [2]. Эти предложения достаточно реалистичны в связи с большим количеством работ, в которых предлагаются методы идентификации элементов электрокардиограммы.

Одной из таких работ является работа [3], посвященная актуальной научной проблеме автоматизированной обработки и анализа электрокардиограммы с целью обеспечения ранней диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Совершенствование и развитие электронных и компьютерных систем и технологий вносит существенный вклад в клиническую кардиологию и способствует созданию новых систем поддержки принятия решений медицинскими специалистами. Как известно, наиболее выраженной частью сигнала ЭКГ является комплекс QRS, широко используемый кардиологами на этапе диагностики функционального состояния сердечно-сосудистой системы. В данной работе представлен обширный (более 40 литературных источников) обзор и показаны возможности применения современных методов выявления, обработки и анализа QRS-комплексов в автоматическом режиме.

При этом автор работы [3] М.С. Дахва проводит сопоставительный анализ обработки ЭКГ различными методами (первая и вторая производная ЭКГ, методы на основе цифровых фильтров, скрытая марковская модель, алгоритм Пана-Томпкинса, преобразования Гильберта-Хуанга и Вейвлета, а также метод быстрого преобразования Фурье) с характеристиками достоинств и недостатков каждого. Тем самым подготовлена почва для сопоставительного анализа биологических сигналов с точки зрения их информативности для оценки функционального состояния организма и определения на этой основе общих функциональных резервов организма в целом или отдельных функциональных систем, что также свидетельствует о продвижении вперед в понимании и формализации физиологических процессов.

Иллюстрацией приведенного выше соображения является работа А.А. Томчук [4], в которой предложен «геометрический» подход к диагностике функционального состояния организма. Этот подход подразумевает представление получаемых данных при различных функциональных пробах в нормированном виде. В результате относительные значения частных показателей изменяются в диапазоне от 0 до 1,0. В ходе проведения исследования производилась регистрация биомедицинских показателей по завершении каждого этапа тестирования, которые отличались интенсивностью физической нагрузки. Мерой интегрального показателя функциональных резервов, по мнению автора, является площадь многогранника, полученного для каждого теста [4]. Предложенный метод коррелируется с построением «фазового портрета» кардиоритмограммы, разработанного А.Н. Флейшманом, который также подразумевает анализ геометрических характеристик фигуры, получаемой на плоскости при последовательной регистрации двух параметров (длительности сердечного цикла и разницы между соседними сердечными циклами) [5]. Предлагается, что такие подходы в дальнейшем приведут к формированию многомерных пространств, достаточно полно отражающих функциональное состояние и резервы организма.

Наряду с анализом различных биологических сигналов были представлены работы, в которых рассматривались вопросы управления различными техническими системами, призванными замещать утраченные функции организма, например управление аппаратами и процессами искусственной вентиляции легких, создание динамического освещения для сохранения нормальных околосуточных биологических ритмов, которые, как известно, зависят от параметров освещенности.

Значительный интерес вызвала работа «Новые подходы к управлению параметрами искусственной вентиляции легких» [6], актуальная в настоящее время в связи с пандемией COVID-19 и высоким процентом заболевших, длительно находящихся на искусственной вентиляции легких. В связи с этим было указано, что применение аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ) нуждается в совершенствовании. Современные аппараты ИВЛ используют не физиологический принцип дыхания: вдох производится нагнетанием воздуха в легкие с повышением внутрилегочного давления и уменьшением венозного возврата крови к сердцу, а выдох – напротив, при снижении внутрилегочного давления и повышении притока крови к сердцу. В этих условиях нарушается физиологический механизм, синхронизирующий сердечную деятельность и дыхание. Отсюда и осложнения, возникающие при длительной искусственной вентиляции легких. В анестезиологической литературе все это хорошо известно, но до настоящего момента компьютерное управление аппаратом ИВЛ осуществляется исключительно по параметрам, связанным с дыханием, а именно по объему вдоха, частоте дыхания, давлению в газовой магистрали аппарата ИВЛ, насыщению гемоглобина кислородом. Однако учет перечисленных параметров недостаточен для исключения осложнений ИВЛ. Анализ нововведений в конструкцию аппаратов ИВЛ показывает, что происходит «физиологизация» аппаратного дыхания с учетом физиологических механизмов, связанных с дыханием. В докладе на конференции «ФРЭМЭ-2020» были обоснованы изменения в управляющей системе перспективных аппаратов ИВЛ, в которых в качестве управляющего сигнала, наряду с параметрами дыхания и кислородного режима организма, необходимо использовать параметры гемодинамики и, в частности, вариабельность сердечного ритма для минимизации негативных последствий длительной искусственной вентиляции легких.

Интерес вызвала работа [7] авторов Н.П. Бадалян, Г.П. Колесник, посвященная разработке биодинамической системы освещения помещений различного назначения для сохранения естественных околосуточных биологических ритмов активности нервной системы. Предложенная авторами методика освещения наиболее соответствует динамике естественной инсоляции в разное время суток.

В связи с этим следует отметить, что эволюция различных медико-технических систем идет по пути их «физиологизации»,

т. е. создания таких устройств, при функционировании которых соблюдаются основные физиологические принципы регуляции функций, а их функционирование зависит от физиологических реакций организма.

Значительное количество работ было посвящено вопросам здоровья различных групп населения. Так, в докладе молодого ученого М.М. Блохина «Динамические наблюдения за функциональным состоянием организма студентов первого курса» [8] были представлены результаты лонгитудинальных исследований функционального статуса студентов Владимирского государственного университета за десятилетний период – с 2008 по 2017 год включительно. При этом у юношей и девушек выявлена четкая тенденция повышения уровня напряженной вегетативной регуляции за исследуемый период. Эти данные свидетельствуют о насущной необходимости усиления существующих и разработки новых комплексных рекреационных мероприятий физкультурно-оздоровительного и иного характера, направленных на улучшение состояния здоровья и повышение уровня функциональных резервов организма у студенческой молодежи. В этом же ключе были представлены работы В.О. Филатова и О.В. Филатовой, Е.В. Будыка, Н.Ю. Литвиновой и других авторов [9]-[15], которые анализировали различные аспекты здоровья и болезни у разных групп населения. Следует выделить работу А.А. Стехина с соавт. «Обменные электронные взаимодействия как основной фактор поддержания устойчивости гомеостаза организма» [16], где рассматривались теоретические вопросы, связанные с балансом энергетических процессов в организме, что может являться молекулярной основой и патогенетическим звеном формирования различных физиологических и патологических состояний.

В рамках секции «Экология и здоровье человека» были также освещены вопросы влияния внешних факторов на состояние организма спортсменов, применения современных технологий для оценки эффективности тренировочного процесса, повышения уровня подготовки спортсменов и внедрения различных средств и методов физической культуры и спорта для повышения уровня здоровья населения [4], [17], [18].

Так, в докладе «Стохастическая и хаотическая оценка каденции ходьбы: биомеханические, возрастные и гендерные ассоциации» [18] были представлены материалы исследования расхода энергии человека при разном темпе ходьбы. В случае оздоровительной процедуры ходьба может быть одним из элементов физических упражнений. При этом встает вопрос выбора темпа ходьбы в зависимости от функционального состояния организма. В качестве исходных данных авторы исследования использовали:

- степень интенсивности ходьбы, которая классифицируется по уровню энерготрат на: низкоинтенсивную – обычные прогулки, расход энергии меньше 3 МЕТ (1 МЕТ = 1,2 кал/мин, или 3,5...4,0 мл потребленного кислорода в минуту на 1 кг массы тела); умеренно интенсивную – расход энергии от 3 до 6 МЕТ; высокоинтенсивную – расход энергии более 6 МЕТ;
- темп ходьбы (определяется длиной шага) и ритм ходьбы (задается частотой шагов).

Однако механизм выбора темпа и ритма ходьбы неясен. Вместе они определяют каденцию ходьбы (шаг/мин). Также известно, что в процессе ходьбы более 10 мин без остановки человек выбирает каденцию ходьбы произвольно (принцип преферендума).

Исходя из этого, целью научных исследований авторов доклада [18] было выявление закономерностей расхода энергии у людей разного возраста и пола при разных каденциях ходьбы. В качестве добровольцев участвовали люди молодого и среднего возраста. Программа эксперимента включала в себя ходьбу по беговой дорожке со скоростью 2...7 км/ч в течение 5 мин на каждой скорости. В процессе экспериментальных исследований регистрировались такие параметры, как: уровень потребления кислорода, частота дыхания, частота сердечных сокращений, а также параметры шага (длительность полного шага, длина шага, длительность переноса и время

опоры ноги). В результате рассчитывался индекс ходьбы (ИХ). В рамках исследований авторы разработали математические модели зависимости затрат энергии ( $E$ , МЕТ) от величины каденции ходьбы (КХ, шаг/мин).

Исследователи – участники конференции не обошли вниманием вопросы воздействия на организм человека различной экологической обстановки и связанные с этим вопросы поддержания микроклиматических характеристик в жилых и производственных помещениях. Так, в работе [19] «Создание искусственного микроклимата» авторами было предложено использовать вихревой генератор оригинальной конструкции, который способен обеспечить оптимальные условия микроклимата при низких скоростях движения воздуха. Генерируемые вихревым генератором воздушные кольца обеспечивают эффективную вентиляцию помещения, не создавая при этом неприятных ощущений (не охлаждая и не обветривая кожу). Предложенные методика и устройство для создания микроклимата способны создавать комфортные условия в помещениях, особенно малого объема, таких как салоны транспортных средств, космические корабли и т. д. Более подробно представленный на конференции способ вентиляции помещения с использованием вихревого генератора описан авторами в полученном патенте РФ (патент РФ 2232353 МПК F24F7/02).

Влияние макроклиматических условий на организм человека было проанализировано в работе О.А. Залата, Е.В. Евстафьевой, Д.Д. Астафурова и др. «Психозомоциональная метеочувствительность и метеочувствительность взрослых жителей Республики Крым с разным состоянием здоровья» [20]. Авторы рассматривали влияние геомагнитной обстановки, солнечного излучения, атмосферного давления и других погодных факторов на психозомоциональное состояние лиц с разными функциональными резервами сердечно-сосудистой системы. Благодаря проведенным исследованиям были определены границы толерантности к изменениям погодных условий в зависимости от состояния здоровья человека. Полученные результаты позволяют планировать проведение персонализированных профилактических мероприятий при резких изменениях погодных условий.

## Заключение

Общее направление дискуссии в рамках секции «Экология и здоровье человека» продемонстрировало активный интерес участников конференции к комплексной проблеме оценки взаимодействия организма человека с условиями среды обитания, а также к необходимости выделения наиболее перспективных методов исследований, способствующих получению прорывных научно-практических результатов, направленных на решение общетеоретических проблем здоровья человека и практических вопросов в диагностических, прогностических и рекреационных сферах.

### Список литературы:

1. Агаджанян Н.А., Торшин В.И. Экология человека. Избранные лекции. – М.: КРУК, 1994. 256 с.
2. Кузнецов А.А. К анализу электроэнцефалограмм и ритмограмм при синхронной регистрации / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 312-316.
3. Дахва М.С. Сравнение и обзор методологий обработки ЭКГ в задачах обнаружения QRS / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 365-373.
4. Томчук А.А. Методы обработки биомедицинских сигналов для оценки физиологических резервов / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 324-327.
5. Флейшман А.Н. Медленные колебания кардиоритма и феномены нелинейной динамики: классификация фазовых портретов, показателей энергетике, спектрального и детрентного анализов / «Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики, хаоса и фракталов в физиологии и медицине». Материалы 3-го Всероссийского симпозиума, 21-25 мая 2001 года, г. Новокузнецк. 2001. С. 49-61.
6. Северин А.Е., Петрова М.В., Сушкова Л.Т., Семенов Ю.Н., Крамм М.Н., Шалимова Е.В. Новые подходы к управлению параметрами искусственной вентиляции легких / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 318-320.
7. Бадалян Н.П., Колесник Г.П., Белякова Д.А. Биодинамическое освещение как функция управления состоянием человека / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 377-382.
8. Блохин М.М., Батоцыренова Т.Е. Динамические наблюдения за функциональным состоянием организма студентов первого курса / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 316-318.
9. Филатов В.О., Филатова О.В. Эмпирическое исследование особенностей субъективного благополучия студентов технических специальностей / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 349-353.
10. Будыка Е.В. Междисциплинарные исследования здоровья: подход нейропсихологии индивидуальных различий / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 334-336.
11. Литвинова Н.Ю. Психологические и психосоматические аспекты резистентности инфекционным заболеваниям верхних дыхательных путей / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 343-347.
12. Усенкова Е.В. Логопедический вектор в диагностике дисфагии у пациентов с заболеванием ЦНС / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 347-349.
13. Шаманин Н.В. Копинг-стратегии поведения у больных с онкологическими заболеваниями / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 362-365.
14. Безносова В.Э., Аполлонова И.А., Николаев А.П. Определение уровня психологического стресса при длительном воздействии факторов / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 382-384.
15. Богатов Н.М., Богатова А.Н., Сухих С.А. Влияние психофизических процессов на состояние биологически активных точек / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 384-388.
16. Стехин А.А., Пьянзина И.П., Яковлева Г.В., Минин И.В., Карасев А.К. Обменные электронные взаимодействия как основной фактор поддержания устойчивости гомеостаза организма / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 331-334.

17. *Филатов Д.О., Зобков В.А.* Соревновательная среда и эмоциональные состояния борцов греко-римского стиля / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 355-358.
18. *Логинов С.И., Кинтюхин А.С., Снигирев А.С.* Стохастическая и хаотическая оценки календаря ходьбы: биомеханические, возрастные и гендерные ассоциации / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 327-331.
19. *Оленев Е.А., Сушкова Л.Т.* Создание искусственного микроклимата / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 388-391.
20. *Залата О.А., Евстафьева Е.В., Астафуров Д.Д., Слюсаренко А.А., Прасолов Н.С.* Психоэмоциональная метеочувствительность и метеочувствительность взрослых жителей Республики Крым с разным состоянием здоровья / «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Труды XIV Международной научной конференции. 1-3 июля 2020 года, г. Владимир. Кн. 2. С. 320-324.

*Александр Евгеньевич Северин,  
д-р мед. наук, профессор,  
кафедра «Нормальная физиология»,  
Медицинский институт,  
ФГАОУ «Российский университет  
дружбы народов»,  
ведущ. научный сотрудник,  
ФНКЦ реаниматологии и реабилитологии,  
г. Москва,  
Людмила Тихоновна Сушкова,  
д-р техн. наук, профессор,  
кафедра «Биомедицинские  
и электронные средства и технологии»,  
Тамара Ешинимаевна Батоцыренова,  
д-р биол. наук, доцент, зав. кафедрой,  
кафедра «Теоретические и медико-  
биологические основы физической культуры»,  
ФГБОУ ВО «Владимирский государственный  
университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых»,  
г. Владимир,  
e-mail: ludm@vlsu.ru*

*Н.Т. Абдуллаев, К.Ш. Пашаева*

## **Методы и средства оценки асимметрии мышц при анализе электромиографических сигналов**

### **Аннотация**

Представлены обобщенные сведения о возможностях оценки асимметрии и перспективах средств исследований в рамках научного направления «Биомеханика, проблемы коррекции и лечения опорно-двигательного аппарата» по докладам на XIV Международной научной конференции «Физика и радиоэлектроника в экологии и медицине – ФРЭМЭ'2020». Отмечена важная роль выбора разных методов для обработки электромиографических сигналов, результаты которых могут рассматриваться в качестве объективного критерия оценки асимметрии мышц конечностей. Рассмотрены аппаратные средства оценки, которые полезны и применимы для вспомогательных устройств на основе ЭМГ-контроля, где важна величина сигнала ЭМГ.

Процессы эволюции сложных систем, к числу которых относятся и биологические, связаны с явлением нарушения симметрии. Это приводит к необходимости исследования показателей асимметрии в изучении поведения сложных систем [1]. Асимметрия используется как самый лучший метод для отображения возможных вариаций при исследовании конечностей скелетной системы. Наблюдаемая асимметрия конечностей скелетной системы связана с механическими и генетическими факторами. За последние несколько лет популярность исследований в области электромиографии возросла. Прогрессивное понимание человеческого тела, высокая осведомленность при изучении преимуществ междисциплинарных исследований, развитие сенсорных технологий и экспоненциальный рост вычислительных способностей компьютеров – все это факторы, способствующие расширению исследований ЭМГ. Отдельная секция на международной конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии – ФРЭМЭ'2020» связана с этой областью исследования; обсуждение данной проблемы еще раз подтверждает важность предметной области.

Функциональная асимметрия является неотъемлемой особенностью мозга человека, которая проявляется в различных формах поведения и двигательной деятельности человека [2]. Изучение функциональной асимметрии и латеральных предпочтений важно не только с теоретической, но и с практической точки зрения, поскольку от ее выраженности может зависеть как эффективность выполнения спортивных двигательных действий, так и вероятность травматизма [3], [4]. Именно эти направления исследований двигательной асимметрии в спорте остаются наиболее актуальными. Целью исследования в работе [5] было изучение общих и индивидуальных особенностей асимметрии скоростно-силовых показателей мышц колен-

ного сустава у баскетболистов-паралимпийцев и ее связь с результатами в прыжковых упражнениях.

Существуют разные подходы для оценки асимметрии разных органов человека. В работе [5] рассчитывался коэффициент асимметрии как отношение разности минимального и максимального значений ЭМГ симметричных мышц к большому значению.

В работе [6] для оценки асимметрии использован ЭЭГ-метод нормированного количественного показателя – коэффициент асимметрии.

В работе [7] при визуализации восстановленного кардиосигнала также использован и оценивается коэффициент асимметрии.

Коэффициент асимметрии – широко используемый параметр в статистическом анализе – характеризует асимметрию статистического распределения. Таким образом, в основе вариационной статистики оценки сократительных свойств мышц лежит коэффициент асимметрии. По степени отклонения коэффициента асимметрии от медианы, как правило, можно судить о величине плотности распределения Гаусса. Чем ближе показатель асимметрии к медиане, тем выше плотность распределения Гаусса. Величина отклонения показателя асимметрии от медианы определяется величиной стандартного отклонения от среднего. Для нормального распределения 95 % значений заключено в пределах двух стандартных отклонений от среднего и 68 % – в пределах одного стандартного отклонения [8].

Для эксперимента были выбраны 6 мышц нижних конечностей пациента с диагнозом асимметрии. Измерительные сигналы получены от 12 отведений, попарно с правой и левой частей конечностей.