

**ПУГАЧ Я. И.,
ЕФРЕМЕНКО А. Н.,
ДРУЗЬ В. А.,
РОЖКОВ В. А.**

Харьковская государственная академия физической культуры, г. Харьков

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В МЕТОДИКЕ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Аннотация. В статье подается информация о возможности применения современных технических средств в подготовке спортсменов высокой квалификации, в том числе и в беговых дисциплинах легкой атлетики.

Ключевые слова: видеорегистрация, статическое напряжение, динамические усилия, компьютерная анимация движений, оценка утомления.

Вступление. Современные технические средства в области компьютерной обработки поступающей информации и существующая техника видеозаписи открыли широкие возможности для исследования закономерностей формирования движений, динамики их изменений в зависимости от текущего функционального состояния и индивидуальных особенностей структуры соматотипа. Это позволяет на принципиально новой основе осуществлять индивидуальную организацию построения тренировочного процесса, проводить «паспортизацию» спортсмена и осуществлять непрерывный мониторинг его состояния, что дает объективную основу для планирования участия в ответственных соревнованиях и оптимизации построения тренировочного процесса. Существенный вклад в расширение возможностей исследовательской работы в области теоретических основ спортивных достижений внесли не только успехи современных технических достижений и разработанных новых методов исследований, но и глубокие научные разработки в области теоретического обоснования индивидуальной нормы, определения интегральной оценки биологического возраста, представления новых положений о протекании процессов самоорганизации в толерантных пространствах, в теории синергетических систем самоорганизации. Всё это в целом открывает новый этап развития спортивной науки в проведении исследований потенциальных возможностей человека.

Связь исследований с научными программами, планами, темами. Представленная работа выполнена в соответствии со Сводным планом научно-исследовательских работ в сфере физической культуры и спорта на 2011-2015 гг. по теме: «Теоретико-методическое совершенствование тренировочного процесса и соревновательной деятельности в структуре многолетней подготовки спортсменов», государственный номер регистрации 011U001168; «Моделирование технико-тактических действий квалифицированных спортсменов в плавании и скоростно-силовых дисциплинах лёгкой атлетики», государственный номер регистрации 0111U000191.

Задачи исследования.

1. Изучить особенности построения двигательной деятельности человека с позиции энергетических затрат их осуществления в различных режимах и условиях выполнения.

2. На основе использования современных технических средств видеорегистрации и методов её компьютерной обработки установить кинематические особенности динамики построения движений, выполняемых в различных условиях физического состояния.

3. Разработать методику дистанционного контроля за физическим состоянием спортсмена и оценки его текущих возможностей, которые осуществляются в реальном масштабе времени, на основе анализа видеосъемки.

Объекты и методы. Материалами исследования послужили видеозаписи выступлений ведущих спортсменов мира и собственные видеозаписи, полученные при проведении тренировочного процесса спортсменов различной квалификации. Методы исследования: анализ ускоренной записи выполняемой двигательной деятельности для определения кинематических характеристик перемещения звеньев тела с целью совершенствования техники их движения; определение по материалам видеорегистрации выполняемого движения соотношения статического напряжения и динамических усилий; на основе материалов видеозаписи выполняемого движения построение траектории перемещения общего центра массы снаряда, траектории перемещения общего центра массы тела спортсмена и каждого из его биокинематических звеньев.

Результаты исследований и их обсуждение. Любая двигательная деятельность, независимо от характера проявления, осуществляется в результате потребления энергии. Это понятие широко используется в самых различных областях знаний. Однако точного его определения до настоящего времени не существует. Суть этого понятия оставалась неясной вплоть до середины XIX века. Термин «энергия» впервые в Европе появился в XVIII веке и был описан в Британской энциклопедии, которая вышла в 1771 году, где он характеризовался следующим образом: «Энергия, слово греческого происхождения означает могущество, достоинство или действие чего-либо. Его используют также в переносном смысле для обозначения выразительности речи» [1].

В греческом языке *energeia* определяется как деятельность. В философии Аристотеля (384 в до н. э.) это понятие было эквивалентом выражения силы, способности какого-либо достижения, активности, решительности. Начиная с Галилея и до середины XIX века происходило формирование физического понятия энергия, которое означало способность при определённых условиях произвести, ускорить, замедлить движение, изменить его направление. Г. Галилей, И. Ньютон, Б. Франклин, несмотря на всю их образованность в физике, не знали, что физическая величина, которая теперь называется энергией может быть определена так, чтобы она всегда сохранялась. Всякая энергия одновременно представляет собой некую массу, а всякая масса - некоторую энергию.

Следует отметить, что термин энергия в понимании движения использовался в книге «Перемен», которая является единственным источником культурного наследия Китая, дошедшего до настоящего времени и относящегося к периоду более 4 тысячелетней давности [2, 3].

Предшественником понятия энергии являлось понятие флюида (лат. Fluidus - текучий) гипотетическая жидкость, понятие которое до XVIII века объясняло явление тепла, магнетизма, электричества. В древней философии фигурировало понятие эфир (греч. αιητη), представляющий первоначальный материальный элемент всего сущего и символ вечного движения. Такое понятие эфира сохранялось в физике XVIII-XIX века как среда заполняющая мировое пространство с промежутками между частицами вещества. Термин сохранился до настоящего времени и имеет широкое применение [4].

Сложность осознания понятия энергии вплоть до середины XIX столетия объясняется тем, что это понятие вовсе не очевидно. Энергия проявляется во множестве различных форм. В XIX веке возникла потребность, связанная с анализом механического движения и форм проявления энергии в нём. Были введены понятия кинетической и потенциальной энергии, установлены законы перехода энергии из одного вида в другой, введено понятие количества движения, определена связь между работой и количеством движения. Были введены оценки скорости совершаемой работы, что характеризовалось как мощность потребляемой энергии. Единица измерения мощности была определена намного раньше, ещё в 1783 году. Её обосновал Дж. Уатт, как среднюю работу за одну секунду, которую совершала сильная английская лошадь, работающая целый день. В последующем её величина была выражена в других системах измерения [5].

Многообразие видов энергии и перехода из одного вида в другой привело к пониманию закона сохранения энергии. Установлены законы изменения энергии движения или кинетической, локомотивной. Этот раздел энергетических исследований нашёл широкое использование в физической деятельности человека. Понятие потенциальной энергии или внутренней энергии тела нашло разностороннее описание для частных случаев её проявления. В каждом случае она может переходить в энергию движения. Потенциальная (лат. potencia - мощь, сила) или скрытая энергия способны проявляться при определённых условиях. Если относительно физических явлений понятие потенциальной энергии достаточно глубоко раскрыто и может быть измерено, то относительно биологических объектов это понятие остаётся достаточно неопределённым и имеет в подавляющем большинстве случаев описательный характер.

Особенность проявления потенциальной энергии состоит в её возможности расхода и пополнения. Для потенциальной энергии характерен уровень напряжения для каждого открытого равновесного состояния. Относительно такого уровня возможна определённая пульсация в виде демфирования (нем. Dumpfer - глушить, гасить). В свою очередь при изменении количества потенциальной энергии происходит закрепление её нового уровня, что

характеризуется её трендом (лат. trend - тенденция, направленность изменения) мощности энергетического потенциала. Вне зависимости от природы механизма сохраняющего потенциальную энергию закономерность её изменения протекает по строгой определённой зависимости [6].

Кинетическая энергия тесно связана с выполняемой работой. Это даёт возможность установить соответствие между выполненной работой и кинетической энергией. Существующие виды потенциальной энергии в каждом конкретном случае имеют определённые формы её сохранения, утраты или наполнения и колебание границ этих изменений относительно его исходного состояния. Существенной сложностью в оценке потенциальной энергии является соизмеримость её разновидностей и возможностей её перехода из одного вида в другой.

Изучение процесса энергозатрат в живом организме представляет достаточно большую сложность. Если относительно механического перемещения в биомеханике используются все законы кинематики и динамики, то относительно потенциальной энергии вопрос остаётся далеко не решённым. Неизвестным являются содержание понятия «жизненный потенциал», которое несет в себе интуитивное представление о некоем количестве возможностей противостояния непредвиденному воздействию окружающей среды.

Достаточно широко этот термин используется при оценке состояния здоровья и снижения его потенциальных возможностей, связанных с возрастными изменениями организма. В чём заключается эта сущность потенциала и каким образом его возможно измерять вопрос остаётся открытым [7].

Практически любые локомоции возможны только на фоне определённого статического напряжения, которое осуществляет функцию опоры в выполняемом движении и именно статические напряжения являются наиболее энергорасходными и вызывают утомление. Определить их долевую значимость в расходе затраченной энергии организма является практически невыполнимой задачей в настоящее время на базе классических методов исследований, используемых в практических разработках.

Факт того, что при изменении количества потенциальной энергии происходит закрепление её нового уровня, который характеризуется как тренд, изменяющийся по строгой закономерности, даёт возможность осуществить контроль расхода потенциальной энергии после конкретного протекания расхода кинетической энергии. Это положение вытекает из закона перехода одного вида энергии в другой и того положения, что статическое напряжение является определяющим фактором для осуществления динамических усилий, обеспечивающих кинематику определённой двигательной деятельности. Снижение уровня запаса потенциальной энергии влечёт соответствующее изменение мощности кинетической энергии при выполнении соответствующей двигательной деятельности.

Закономерность изменения потенциальной энергии при выполнении стандартной двигательной деятельности впервые была установлена И. М. Сеченовым в 1863 году, но математическая зависимость этого процесса

не была описана. В последующем она была многократно подтверждена эмпирически [8], но полный механизм взаимообусловленной связи, отражающей переход потенциальной энергии в кинетическую и изменение мощности протекания последней при снижении запаса потенциальной энергии был описан в работах сотрудников ХГАФК уже в 2012-2014 годах. Получение этого результата было достигнуто аспирантами кафедры информатики и биомеханики и тяжёлой атлетики. В основе решения этого вопроса широко использовалась скоростная съёмка и методы математического моделирования с использованием признаков семантических пространств с введением в них единой меры сопоставляемых признаков [9-10]. В последующем эти результаты были успешно использованы в биомеханическом анализе выполнения сложнокоординационных двигательных упражнений в рок-н-роле аспиранткой кафедры олимпийского и профессионального спорта [11].

Сущность полученных результатов состоит в том, что при утомлении мощность развиваемых динамических усилий падает. Одновременно с этим снижается статическое напряжение, обеспечивающее рабочую позу выполняемого двигательного действия. Такой эффект отчётливо наблюдается при просмотре бегового шага в фазе опоры, когда происходит демфирование вертикальной составляющей общего центра масс тела бегущего спортсмена. По мере развивающегося утомления, происходит увеличение длительности фазы опоры, замедленнее скорости демфирования, что проявляется в увеличении угла сгибания между биокинематическими звеньями «бедро-голень». При продолжении бега с попыткой сохранения максимальной скорости наблюдается увеличение фазы опоры при одновременном снижении подъёма общего центра массы тела бегущего спортсмена с последующим исключением фазы полёта и переходом на ходьбу.

При ранжировании покадровых показателей, отмеченных характеристик, раскрывается чёткое проявление закономерности тренда мощности энергетического потенциала. Эта закономерность проявляется в экспонцианальной зависимости, которая отражает процесс развивающегося утомления вне зависимости от механизма, влияющего на этот процесс [12].

Специальное исследование этого явления при выполнении соревновательных упражнений в различных видах тяжёлой атлетики с использованием методики ускоренной съёмки с последующей покадровой оценкой скорости разгибания угла между голенью и бедром и отдельным анализом максимального статического усилия на специальном тренажерном устройстве позволили установить важный составной компонент формирования силовых характеристик, связывающих взаимообусловленность изменения статического напряжения позы и динамического усилия, которое может быть развито на его базе [10, 13].

Анализ полученных результатов позволил установить новые, ранее не контролируемые, характеристики формирования динамического стереотипа мышечных усилий при выполнении различного рода движений, начиная от чистого статического напряжения, которое наиболее характерно в

армрестлинге, до непрерывной динамики движения в различных видах единоборств. Сущность этих характеристик заключается в обязательном учёте изменения величины статического усилия при изменении угла разгиба между биокинематическими звеньями в структуре соматотипа тела спортсмена. То есть величины которая определяется как $dF/d\varphi$ и выступает граничным условием формирования силового показателя, выполняемого движения, и начальной скорости роста дальнейшей динамики развития усилия, которая определяется как величина dF/dt , отражающая его изменения во времени [14].

Установленные закономерности динамики тренда потенциальной энергии носят общий характер проявления вне зависимости от природы механизма, определяющего его изменения. Индивидуальные особенности, отражающие протекание этого процесса заключаются только в различии постоянных коэффициентов в аналитических описаниях установленных закономерностей.

Математический анализ этих закономерностей, как новый уровень современных методов исследования, позволяет более глубоко вскрыть природу протекания исследуемых процессов, что остаётся принципиально неразрешимо при использовании классических методов исследований для получения эмпирических данных.

Установленные закономерности и их математический анализ позволяют осуществить градацию ранжирования факторов, вызывающих причину утомления, отражающих закономерность тренда потенциальной энергии. На этой основе определяется оптимальный режим построения тренировочного процесса, при котором достигается максимальный эффект. В ранжированном ряду факторов, определяющих временное и обратимое восстановление процесса утомления устанавливается долевая значимость их в его развитии в зависимости от интенсивности выполнения нагрузки. Практически раскрывается суть особенностей причин, вызывающих утомление от анаэробных условий до полного истощения потенциальной энергии оперативного адаптационного запаса, расходуемого в условиях аэробного режима работы. Результат этого анализа позволяет осуществить разделение общего запаса потенциальной энергии на оперативный адаптационный её расход и на долгосрочный энергетический запас, который характеризуется как уровень физического здоровья.

Разделение потенциальных физических возможностей на оперативный адаптационный потенциал и долгосрочный энергетический запас, отражающий показатель физического здоровья в научных исследованиях, проводимых в этом направлении сотрудниками ХГАФК, получен впервые и не имеет аналогов в мире [12].

Достигнутые результаты при использовании разработанных программ и их компьютерной реализации при покадровом ранжировании видеоряда контролируемого движения позволяют в реальном масштабе времени вести контроль за текущим состоянием спортсмена и оценивать его возможности для успешного выполнения работы заданной сложности. Данные разработки могут найти применение не только в практике организации спортивной тренировки,

но и в контроле за состоянием работоспособности человека в любых видах профессиональной деятельности в системах, которые характеризуются как «человек - объект управления - среда», или имеющих обобщённое представление в определении гуманистические системы с позиции синергетической теории самоорганизующихся процессов [14].

Выводы.

Из изложенного выше материала следует, что современные технические средства и разработанные на их базе новые методы, имеющие более высокую разрешимость поставленных задач, позволят вскрыть те закономерности двигательной деятельности спортсменов высокой квалификации, которые были недоступны ранее.

К ним относятся: запас потенциальной энергии организма, который отражает уровень физического здоровья, характеризующий жизнеспособность организма и выражающийся двумя составляющими, к которым относятся оперативный адаптационный потенциал, обладающий необходимой подвижностью пульсации, отражающей текущее физическое состояние организма, и долгосрочный уровень запаса потенциальной энергии, характеризующий тренд уровня физического здоровья организма. Закономерности их взаимообусловленного отношения определяют общую оценку текущего функционального состояния. В зависимости от режима и условий, в которых выполняется физическая работа, каждая из этих характеристик имеет свои особенности пульсации и границы их обратимого проявления. Общие положения проявления этих взаимообусловленных отношений имеют строгие аналитические представления в экспоненциальной зависимости и статистическом принципе получения эквивиального конечного результата с минимальными энергозатратами на его достижение.

Благодаря существующим техническим средствам видеорегистрации, выполняемых двигательных действий, и возможности компьютерной обработки ранжированного по кадровому их представлению, а также на основании вскрытых закономерностей кинематических особенностей динамики построения движений в различных условиях и с учётом физического состояния, разработаны методики, которые позволяют в реальном масштабе времени, в дистанционном режиме давать оценку текущего состояния спортсмена и судить о возможной доступности выполнения работы заданной сложности.

Дальнейшее развитие научных исследований в данном направлении будет связано с практической реализацией результатов разработки новых технологий дифференцированной подготовки функциональных систем организма спортсменов высокой квалификации.

Список использованной литературы

1. Суорц К. Л. Необыкновенная физика обыкновенных явлений. М., Наука. 1968. С. 209-229.
2. Щюцкий Ю. К. Китайская классическая «книга перемен». М.: Изд-во восточной литературы. 1960. 156 с.
3. Чжоу Цзун Дао И-Цзим путь к прорицанию «София». Киев Л 996.с. 16-98

4. Кирсанов В. С. Механика и цивилизация XVII-XIX вв. «Эфир и генезис классической теории поля». М.: «Наука». 1979. С.219-262.
5. Эллиот Л, Уилкоккс У. Физика. М.: «Наука». 1975. 217 с.
6. Пугач Я. И., Соколова Т. Е., Ефременко А. Н. Использование современных технологий достижений для разработки новых методов исследования адаптационных процессов с целью совершенствования технологий подготовки спортсменов высокой квалификации. // Актуальные исследования в современном мире. Сборник научных трудов. Выпуск 2(32). Часть 5, Переяслав-Хмельницкий: 2017. С. 45-54
7. Бальсевич В. К. Очерки по возрастной кинезиологии человека. М.: Советский спорт. 2009. 220 с.
8. Гиппенрейтер Б. Восстановительные процессы при спортивной деятельности. М.: Физкультура и спорт. 1966. 56 с.
9. Пугач Я. И. Влияние эмоционального состояния спортсменов различной квалификации на успешность соревновательной деятельности. Дис. на соиск. уч. степени к. наук по физ. восп. и спорту: спец. 24.00.01 «Олимпийский и профессиональный спорт». Харьков, 2014. 198 с.
10. Ван Синьна Совершенствование техники выполнения соревновательных упражнений квалифицированными спортсменами в пауэрлифтинге. Дис. на соиск. уч. степени к. наук по физ. восп. и спорту: спец. 24.00.01 «Олимпийский и профессиональный спорт». Харьков, 2012. 200 с.
11. Батеева Н. П., Кизим П. Н. Акробатический рок-н-ролл. Харьков: 2012. 128 с.
12. Ажиппо А. Ю., Пугач Я. И., Пятисотская С. С., Жерновникова Я. В., Друзь В. А. Онтология теории построения контроля и оценки уровня физического развития и физического состояния. Монография. Харьков: 2015. 192 с.
13. Галашко М. Н. Использование морфофункциональных показателей для прогнозирования успешности спортивной деятельности армрестлеров. Дис. на соиск. уч. степени к. наук по физ. восп. и спорту: спец. 24.00.01 «Олимпийский и профессиональный спорт». Харьков, 2016. 186 с.
14. Самсонкин В. Н., Друзь В. А., Федорович Е. С. Моделирование в самоорганизующихся системах. Донецк : Изд. Заславский А. Ю. 2010. 104 с.