

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт физической культуры и спорта

(наименование института полностью)

Кафедра «Физическая культура и спорт»

(наименование кафедры)

49.03.01 «Физическая культура»

(код и наименование направления подготовки)

«Физкультурное образование»

(направленность (профиль))

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: «Биомеханические параметры атакующих действий  
квалифицированных тхэквандоистов»

Студент

А.М. Аскеров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.А. Джалилов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.п.н., доцент А.Н. Пиянзин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия )

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

Тольятти 2017

## АННОТАЦИЯ

на бакалаврскую работу Аскерова Анара Мухтаровича по теме: «Биомеханические параметры атакующих действий квалифицированных тхэквандоистов».

В данной работе представлено теоретико-практическое исследование психомоторных способностей человека с целью совершенствования специфических пространственно-временных параметров атакующих действий тхэквандоистов.

Однако главная задача, связанная с решением вопросов целенаправленного управления пространственно-временной характеристикой атакующих действий тхэквандоистов – находится в стадии первоначального решения.

Гипотеза. Можно предполагать, что при высоком уровне подготовленности установка на быстроту удара является наиболее эффективной, если она вызывает повышение мощности толчка и способствует этим повышению общей скорости атакующих действий.

Результаты исследования показали, что при изучении вариативности и стабильности подготовительной и основной фаз нападающего удара в процессе технического совершенствования тхэквандоистов было отмечено также следующее. По мере повышения квалификации спортсменов увеличивается вариативность подготовительной фазы нападающих действий, в то время как основная фаза все больше стабилизируется. Причем стабилизация основной фазы нападающего удара идет прямо пропорционально увеличению вариативности подготовительной фазы.

Полученные результаты исследования обработаны методами математической статистики

Работа состоит из трех глав и списка литературы. В работе использованы более 50 литературы по исследуемой проблеме.

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА 1. УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКОЙ ТХЭКВАНДОИСТОВ</b> .....	6
1.1. Организация моторного содержания спортивного действия.....	6
1.2. Общая характеристика функционирования организма в условиях спортивной деятельности.....	14
1.3. Биомеханические характеристики ударных движений тхэквандоистов.....	20
<b>ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	27
2.1. Методы исследования.....	27
2.2. Организация исследования.....	29
2.3. Методика применение биомеханических критериев техники ударных движений тхэквандоистов.....	30
<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ</b> ...	34
3.1. Управление пространственно-временными характеристиками ударных движений в тхэквандо.....	34
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	47
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	48

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Бурно развивающийся спорт, неуклонно возрастающая конкуренция на мировой спортивной арене при постоянно повышающемся уровне спортивных достижений выдвигают все новые и новые проблемы перед спортивной педагогикой (наукой), решение которых должно привести к главному – повышению эффективности тренировочного и соревновательного процесса.

В практике спорта процесс управления является самым значимым в педагогической деятельности, от него во многом зависит достижение высоких спортивных результатов. Однако до сих пор деятельность спортивного педагога-тренера остается в большей мере в рамках субъективных категорий без четких количественных критериев оценки эффективности руководимого им тренировочного процесса.

За последние годы наметился количественный подход в решении педагогических вопросов управления, главным образом в направлении объективизации полученной информации по каналам обратной связи. Надо отметить, что благодаря расширению технических возможностей разработка методов корректирующей информации идет достаточно успешно.

Однако главная задача, связанная с решением вопросов целенаправленного управления пространственно-временной характеристикой атакующих действий тхэквандоистов – находится в стадии первоначального решения. Первоначально – в отсутствии объективного подхода к определению содержания цели пространственно-временной характеристики атакующих действий тхэквандоиста, суть которого заключается не только в том, чтобы достичь определенного уровня двигательной подготовки, но и установить уровень развития подготовки и атакующих действий тхэквандоистов, которые должны обеспечить реализацию возможностей его достижения.

**Объект исследования.** Пространственно-временные характеристики атакующих действий тхэквандоистов.

**Предметом исследования** выступает управление ударным движением тхэквандоиста.

**Целью исследования** является контроль и оценка пространственно-временных характеристик атакующих действий тхэквандоистов.

**Гипотеза исследования.** Можно предполагать, что результативное применение повторных атак в наибольшей степени обеспечивается тактической адекватностью этих средств единоборства, требует особенно тщательной подготовки действия, поиска благоприятного момента начала, оптимальной продолжительности и эффективности нападения, правильного выбора объекта для нанесения удара.

**Новизна исследования.** Нами установлены разновидности атакующих действий в ситуациях, характеризующихся ростом уровня неожиданности, сопровождается неуклонным увеличением показателей тактической адекватности и как следствие и результативности их применения. Вместе с тем показатели технической эффективности разновидностей атак во всех случаях имеют относительно высокие и стабильные значения.

**Практическая значимость исследования.** Разработанная методика оценки пространственно-временной характеристики атакующих действий тхэквандоистов дает положительный эффект и ее целесообразно использовать в спортивной тренировке квалифицированных тхэквандоистов.

**Задачи исследования.**

1. Изучить пространственные и временные характеристики нападающих действий тхэквандоистов.
2. Выявить взаимосвязи количественных характеристик ударных движений тхэквандоистов и моделировать процесс их подготовки.
3. Разработать биомеханические критерии оценки ударных движений тхэквандоистов и проверить их эффективность на практике.

## ГЛАВА 1. УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКОЙ ТХЭКВАНДОИСТОВ

### 1.1. Организация моторного содержания спортивного действия

Организация моторного содержания двигательного действия связана, прежде всего, с рациональным использованием рабочих механизмов локомоторного аппарата, целесообразной координацией нервно-мышечных усилий и формированием биодинамической структуры движений.

Рабочие механизмы - это функциональные составляющие локомоторного аппарата, обеспечивающие организму механическую энергию движения и вместе с тем эффективное использование ее в соответствии с решаемой двигательной задачей и соответствующими внешними условиями. К числу основных рабочих механизмов тела надлежит отнести:

1. Тяговое усилие мышц как основной источник механической энергии движения тела человека. Принципиальным механизмом для передачи на расстояние и полезного использования усилия сокращающихся мышц в двигательном аппарате является костный рычаг - звенья тела, подвижно соединенные суставами. Функция динамически работающих мышц в основном состоит в том, чтобы приблизить друг к другу две точки скелета, находящиеся на смежных звеньях, и тем самым произвести работу.

2. Мышечные синергии - согласованные усилия мышц переменного действия на уровне отдельного сустава и рабочего аппарата в целом, вызывающие движение системы звеньев в определенном направлении.

Скоординированное действие синергистов и их функциональных антагонистов, превращающее кинематическую систему в полносвязный механизм, осуществляется рефлекторно и существенно различается в зависимости от скорости движения и величины преодолеваемого внешнего сопротивления. Поэтому соответствующая настройка мышечных синергий — одна из задач эффективного использования рабочих механизмов тела.

3. Элементарные двигательные и позно-тонические (установочные) рефлексy, представляющие собой простейшие врожденные двигательные механизмы универсального назначения. Они принимают участие в организации сложных двигательных действий в качестве составных элементов и реализуются без контроля со стороны сознания. Однако в условиях спортивной деятельности они не всегда отвечают интересам выполняемого движения и требуют подавления.

4. Упругие свойства мышц обеспечивают повышение рабочего эффекта за счет использования дополнительной (неметаболической) механической энергии. Упругая деформация сухожилий и возбужденных мышц при их растягивании внешней силой приводит к накоплению в их веществе определенного потенциала напряжения, который с началом сокращения используется как существенная силовая добавка к силе тяги мышц, увеличивая мощность их сокращения. Чем больше вклад такой силовой добавки в движение, тем выше его рабочий эффект.

5. Рациональная последовательность включения в работу мышц с различными функциональными свойствами. Как правило, одновременное включение мышц в работу характерно для изометрических условий. При динамической работе, особенно с ярко выраженным баллистическим режимом, требующим проявления значительных усилий, типична последовательная активность мышц. В таких случаях первыми включаются менее быстрые, но более сильные группы мышц проксимальных суставов тела, преодолевающие инертное сопротивление тела или спортивного снаряда. Затем активизируются менее сильные, но более быстрые группы мышц, обслуживающие дистальные суставы и увеличивающие скорость движения [11,23]. Такая строгая последовательность выражает определенную целесообразность в утилизации рабочих возможностей системы мышц и имеет фиксированную рефлекторную основу.

6. Тонус мышечной системы обычно рассматривается как состояние упругости мышц. Однако функция тонуса в деятельности человека более

значительна, это скорее состояние готовности мышц, т. е. текущая физиологическая настройка и организация периферии к позе или движению. Причем тонус - состояние не только мышц, но всего нервно-мышечного аппарата. Отсюда тонус относится к координации как предпосылка к эффекту [26]. Тонус тела проявляется как один из компонентов формирования психологической установки, выражающей готовность человека к предстоящему движению [4].

Тонический фон движения служит инвариантным условием, своего рода канвой, на которой разыгрывается само движение. Этот фон находится под влиянием системы афферентных импульсов, которые отражают «потенциально доминирующие мозговые процессы» [19].

Под биомеханически целесообразным следует понимать такой комплекс (систему) движений, который организован в соответствии с анатомо-функциональными особенностями моторного аппарата и позволяет с максимальной эффективностью использовать присущие ему рабочие механизмы в конкретных условиях решаемой двигательной задачи. Рабочие механизмы сложились и наследственно закрепились в течение длительной эволюции двигательного аппарата человека. Спортивная тренировка не прибавляет к ним ничего нового - она лишь доводит их до высокого уровня функционального совершенства, налаживает их координационные отношения и повышает энергетический потенциал.

Особенность спортивных движений заключается в том, что активные усилия мышц порождают реактивные силы связи. Последние возникают как внутри самой системы звеньев тела, так и в той рабочей точке, в которой разыгрывается сложный комплекс внешних взаимодействий двигательного аппарата спортсмена и формируется общий рабочий эффект двигательного действия. Активные и реактивные силы являются частью динамического комплекса или силового поля, понимаемого как совокупность внешних и внутренних по отношению к организму сил, возникающих в ходе решения двигательной задачи [3,7,15].

К характеристике силового поля необходимо добавить следующее. Оно включает в себя две системы - внешние взаимодействия рабочего аппарата и внутренние взаимодействия рабочего аппарата. Эти системы возникают одновременно и в своем оформлении испытывают очевидное взаимовлияние, степень которого увеличивается по мере совершенствовании мастерства исполнителя.

Даже простой двигательный акт может осуществляться при огромном числе различных сочетаний активности мышц.

Например, у бегунов на 400 м высокой квалификации вариативное кинематических параметров движений составляет 1 - 8 % тогда как для электромиографических (ЭМГ) характеристик – 14 - 63 % [9,17,25]. Это в полной мере относится как к ациклическим, так и циклическим локомоциям.

В области спорта с помощью ЭМГ накоплен большой фактический материал, характеризующий нервно-мышечную координацию различных по своей организации двигательных действий с точки зрения последовательности включения и выключения мышцы, их взаимодействия, длительности периодов ЭА и ее связи с кинематическими и динамическими характеристиками движений. Наглядное представление о пространственно-временной структуре мышечной координации при выполнении сложного двигательного действия дает схема организации ЭА 12 групп мышц при выполнении рывка штанги до момента ее фиксации на выпрямленных руках в подседе. Не вдаваясь в детальный анализ, представляющий интерес главным образом для специалистов, отметим наиболее общие и существенные особенности организации ЭА мышц, хорошо видимые на схеме.

Прежде всего, обращает на себя внимание очевидная очередность включения и выключения мышц, одновременность и последовательность их рабочей активности. В хорошо освоенном спортивном действии такой порядок довольно строго фиксирован. Его наиболее стабильным признаком является активность основных для данного движения мышечных групп. Для

других групп мышц, принимающих участие в движении, включение в работу носит весьма вариативный характер [1,9,18,20]. Пространственно-временное взаимодействие мышц, как правило, строго дозировано, обусловлено критерием биомеханической целесообразности выполнения движения и вырабатывается тренировкой.

Наиболее характерные перестройки ЭМГ композиции в результате тренировки выражаются в упорядочении и количественном изменении (перераспределении) ЭА во времени и пространстве. Например, при выполнении скоростно-силовых упражнений у спортсменов высокой квалификации по сравнению с менее квалифицированными это проявляется в увеличении общей ЭА и повышении синхронизации разрядов двигательных единиц мышечных групп, преимущественно обеспечивающих движение, концентрации ЭА различных групп мышц и укорочении ее длительности в наиболее ответственных фазах движения, в изменении длительности ЭА мышц-антагонистов, т. е. укорочении в движениях баллистического типа и увеличении в точностных движениях, и, наконец, в уменьшении вариативности всех ЭМГ параметров [11,16,29]. С развитием утомления ЭМГ структура изменяется по сравнению с той, которая была характерна для начала занятия [7].

Для функционального проявления нервно-мышечной координации спортивного действия характерны две тенденции. В индивидуальном выражении с ростом мастерства вариативность нервно-мышечной координации уменьшается при повторном воспроизведении действия сохраняет свою стабильность. В межиндивидуальном выражении (в группе спортсменов высокой квалификации) она может существенно различаться. Например, теннисный удар с примерно одинаковой кинематикой движения у разных лиц может осуществляться не одним, а разными вариантами межмышечной координации [18,24]. На финишном участке, дистанции в беге на 400 м одинаковая скорость достигается спортсменами высокой квалификации различными путями: за счет значительного увеличения

суммарной активности работающих мышц с одновременным уменьшением длительности ЭА или за счет снижения суммарной активности и увеличения длительности ЭА [7,11]. Можно полагать, что в первом случае причина технической вариативности индивидуального мастерства спортсменов может быть объяснена богатым запасом координационных форм движений, умело используемых в зависимости от ситуации. Во втором случае, вероятно, проявляется приспособительная вариативность в поддержании рабочего эффекта в условиях нарастающего утомления. Изменение координационной нервно-мышечной структуры в соответствии с индивидуальными для каждого спортсмена энергетическими возможностями мышц обеспечивает ему поддержание общего уровня специфической работоспособности и изыскания функциональных резервов для финиширования.

Изменение координационной структуры в работе мышц в связи с утомлением особенно характерно для циклических видов спорта [8,14].

В литературе приведены схемы ЭА мышц в цикле педалирования в начале (I), середине (II) и непосредственно перед вынужденным отказом от напряженной мышечной работы большой интенсивности (III), выполняемой «до отказа» на велоэргометре мастером спорта. Легко видеть существенное изменение нервно-мышечной координации и рисунка вертикальной составляющей усилий, прикладываемых к педали в конце работы [1,4]. Аналогичные явления наблюдались в условиях семиминутной дистанционной гребли на академических судах [7,12].

Подобные изменения ЭМГ и двигательной структуры в большей степени выражены у менее тренированных спортсменов. Так, в состоянии утомления у велосипедистов — мастеров спорта снижение горизонтальных усилий на педали составляло 3,5 %, а у новичков — 15,9 %, а увеличение вертикальных усилий соответственно 6,5 и 52 %.

При этом фазы активности мышц перемещались в переднюю и заднюю зоны, время активности мышц уменьшалось, но при этом возрастала величина общей ЭА [3,9,10].

Условия выполнения движений, как уже подчеркивалось, также влияют на композицию ЭМГ структуры. Так, с повышением темпа скоростного бега наряду с укорочением двигательного цикла изменяется взаимодействие и увеличивается длительность ЭА мышц, причем не только относительно двигательного цикла, но в большинстве случаев и по относительной величине [16]. Как правило, затруднение до определенной степени условий реализации движения уменьшает вариативность нервно-мышечной координации [2,21,27]. В качестве реального и обусловленного практической необходимостью результата упорядочения рабочей активности мышц в ходе тренировки выступает так называемая биодинамическая структура двигательного состава спортивного действия.

Биодинамическая структура - это целесообразный, устойчивый способ связи акцентированных моментов активной и реактивной динамики в системе движений, превращающий последнюю в целостный и функционально конкретно специализированный рабочий механизм способа решения двигательной задачи [17]. Овладение сложным двигательным действием начинается с активного приспособления возможностей локомоторного аппарата (его рабочих механизмов) к тем условиям, которые сопутствуют процессу решения двигательной задачи. В силовом поле, возникающем при этом в результате взаимодействия внешних и внутренних по отношению к человеку сил, выделяются фазы концентрации активной и реактивной динамики. Вначале эти акцентированные элементы выражены слабо и располагаются в силовом поле неупорядоченно, хаотично. При повторном воспроизведении действия их количественные значения и временные отношения варьируют в довольно широком диапазоне. Двигательное действие в целом неустойчиво, его рабочий эффект еще невысок и нестабилен.

Все сказанное выше иллюстрируется примером формирования динамического механизма второго отталкивания в тройном прыжке с

разбега. Анализ специальной литературы позволяет судить о характере развития и величине, вертикальной составляющей реактивных сил, возникающих при ускоренном перемещении маховых звеньев тела и их взаимодействии с работой опорной ноги. Обращает на себя внимание, что у квалифицированного спортсмена максимумы вертикальных ускорений масс маховых звеньев тела больше по абсолютной величине, чем у начинающего, и, что особенно важно подчеркнуть, совпадают по времени. Разгибание опорной ноги более активно и начинается сразу же после кратковременной концентрированной нагрузки за счет реактивной динамики махов в конце фазы амортизации. У начинающего спортсмена максимумы вертикальных ускорений маховых звеньев тела не согласованы между собой, и поэтому дополнительная нагрузка на опорную ногу за счет реактивных сил хотя и меньше по абсолютной величине, но действует более длительно. В результате разгибание опорной ноги затруднено и начинается значительно позднее при менее активном переключении мышцы от уступающей работы к преодолевающей.

Биодинамическая структура формируется в результате упражнения и является продуктом приспособления организма к специфическим условиям его внешних взаимодействий, критерий целесообразности которого определяется заданным результатом действия. В каждом конкретном случае она представляет собой единственно рациональный механизм, обеспечивающий эффективное использование реального моторного потенциала спортсмена в условиях решения данной двигательной задачи. С формированием биодинамической структуры двигательное действие переводится на новый, более высокий качественный уровень, знаменуемый увеличением его рабочего эффекта при рациональном использовании двигательных возможностей спортсмена.

Биодинамическая структура не является застывшим, раз и навсегда сформированным механизмом. Проявившись в общих чертах при первых же попытках решения двигательной задачи, она совершенствуется в

направлении количественного роста элементов, уточнения их расположения во времени и пространстве и, наконец, за счет определения их соподчиненности.

Одним из существенных функциональных свойств биодинамической структуры является ее вариативность, отражающая приспособительную сторону в формировании сложного двигательного действия. Качественная сущность вариативности меняется по мере формирования биодинамической структуры. Вначале широкое варьирование присуще как количественным значениям элементов, так и временным отношениям между ними. Это реактивная вариативность, являющаяся результатом и показателем приспособительного процесса в самом широком смысле слова. Постепенно реактивная вариативность уступает место активной приспособительной вариативности. Здесь биодинамическая структура варьирует только на уровне несущественных составляющих, приспособляясь к тем случайным переменам во внешних взаимодействиях, которые присущи каждому повторному воспроизведению двигательного действия, и сохраняя то же время исключительную стабильность на уровне существенных составляющих.

## 1.2. Общая характеристика функционирования организма в условиях спортивной деятельности

В связи с анатомической ограниченностью амплитуды движения, чем оно быстрее, тем короче время для проявления рабочего усилия. Отсюда главная особенность спортивных движений заключается в необходимости быстрого наращивания требуемого максимума, силы сокращения мышц. Для ее качественной характеристики и количественной оценки принято использовать следующие показатели:  $P_0$  — максимальная произвольная сила (МПС) мышц, измеряемая величиной предельного изометрического напряжения без ограничения его времени;  $J$  — показатель взрывной силы

мышц, характеризующий способность к развитию максимума рабочего усилия в условиях лимита времени, оценивается отношением показатель стартовой силы, характеризующей способность мышц к быстрому развитию внешнего усилия в начале рабочего напряжения, оценивается, угла наклона касательной к кривой  $F(t)$  в начале координат  $F$  и  $t$ ;  $G$  - показатель ускоряющей (или скоростной) силы, характеризующий быстроту развития усилия с началом движения перемещаемой массы  $P$ , оценивается, угла наклона касательной к кривой  $F(t)$  в момент  $P$ .

Форма кривой  $F(t)$ , т. е. характер проявления усилия во времени, зависит от величины внешнего сопротивления, амплитуды движения, исходной позы и относительного расположения звеньев тела, способности спортсмена к быстрой реализации своего энергетического потенциала и других факторов. Один из них, наиболее существенный? выражается в способности мышц проявлять мощное двигательное усилие сразу же после их интенсивного растягивания, т. е. при быстром переключении от уступающей работы к преодолевающей в условиях максимума развивающейся в этот момент нагрузки (реактивная способность мышц).

В результате тренировки, направленной на повышении скорости рабочих движений, качественные и количественные характеристики кривой  $F(t)$  изменяются определенным образом в зависимости от особенностей двигательного режима, преимущественно присущего спортивной деятельности, содержания и направленности тренировки.

В тех случаях, когда преимущественную роль игра (быстрота движений) при отсутствии значительного внешнего сопротивления, имеет место концентрация усилий на начальном участке рабочей амплитуды. При этом увеличивается  $P_{max}$  и сокращается время реализации усилия.  $P_0$  может не изменяться или увеличиваться незначительно. В случаях, когда совершенствование скорости движения требует проявления значительного по величине усилия взрывного характера, изменение кривой  $F(t)$  выражается в увеличении  $P_0$  и  $F_{min}$  и соответствующем сокращении времени,

затрачиваемого как на усилие в целом, так и на достижение  $P_{max}$ . Для реализации реактивной способности характерно более быстрое переключение мышц от растягивания к сокращению (о чем свидетельствует изменение угла в суставе от  $a$  к  $b$ ), увеличение максимума усилия (от  $a$  к  $b$ ) и сокращение времени движения.

И наконец, в случаях, когда скорость движений (перемещений) спортсмена связана с необходимостью длительного сохранения требуемого уровня специальной работоспособности (выносливости), например в циклических видах спорта, изменения в характере кривой  $F(t)$  каждого рабочего цикла выражаются в следующем: увеличивается  $P_0$  и  $F_{max}$ , и сокращается время достижения  $F_{max}$  - увеличиваются скорость расслабления, глубина и длительность расслабленного состояния мышц; укорачивается общее время рабочего цикла (напряженное - расслабленное), повышается темп движений и увеличивается объем работы в единицу времени.

Важно сразу же подчеркнуть, что главным условие определяющим указанные приспособительные перестройки, является специфический режим работы мышц. Именно это обстоятельство, выступая в качестве причинного фактора, определяет требования к организму целом и развитию требуемой формы его работоспособности за счет функциональной специализации всех физиологических систем. Причем преимущественная роль тех или иных из них определяется спецификой режима работы мышц, а степень совершенствования - объемом и продолжительностью тренировочной работы.

В схематизированном виде общая картина функционального обеспечения работоспособности мышц со стороны физиологических систем организма.

Быстрые волокна (II тип, высокопороговые, гликолитические) не обладают большой выносливостью, однако приспособлены для быстрых и сильных, но кратковременных сокращений.

Соотношение между медленными и быстрыми мышечными волокнами в индивидуальных случаях может быть различным, что определяет функциональные свойства мышц. Чем больше в мышце процент быстрых волокон, тем более они приспособлены к кратковременной работе высокой мощности. Наоборот, чем больше процент медленных волокон, тем мышцы более выносливы и обладают более выраженной способностью к длительной работе. Имеются обширные свидетельства, что отношение двух основных типов волокон регулируется главным образом генетическим фактором [2,3,18], хотя эффект долговременно тренировки не может быть полностью исключен (8,12). Достоверно установлено, что тренировка приводит к изменению соотношения площадей, занимаемых волокнами обоих типов. Например, в результате силовой тренировки увеличивается процент площади занимаемой волокнами II В подтипа и уменьшается) площадь, занятая волокнами I типа [7]. Однако гипотеза о превращении волокон I типа в волокон на II типа не доказана. Более вероятно, что волокна I типа могут расщепляться, в результате чего происходит увеличение количества этих волокон [13].

Работоспособность мышц определяется также наличием и запасом энергетических субстратов - веществ участвующих в метаболических процессах и влияют на их мощность и емкость.

Основная роль в организации и обеспечении напряженной мышечной деятельности принадлежит моторной (А) и вегетативной (В) системам, осуществляющим свою функцию под контролем ЦНС.

В то же время центральная моторная зона контролирует поток афферентных сигналов, информирующих ее о достигаемом при этом результате.

Внешняя механическая эффективность рабочих усилий мышц определяется и лимитируется мощностью потока эффекторной импульсации, идущей из центральной моторной зоны к мотонейронам. В свою очередь, повышенная интенсивность работы мышц активизирует все физиологические

системы организма, причастные к обеспечению его работы. Мощность центральной импульсации в общих чертах (больше, меньше) задается двигательной программой. Однако ее конкретные значения - и это следует подчеркнуть особо - уточняются требованиями, предъявляемыми условиями работы мышц и поступающими в ЦНС в составе афферентной информации. Чем большая интенсивность работы требуется от мышц, тем большую мощность центральной импульсации они запрашивают. И если текущие возможности ЦНС не могут ее обеспечить, необходима специальная тренировка, стимулирующая способность центральной моторной зоны генерировать более мощный поток афферентной импульсации. Это одно из объективных условий, определяющих повышение работоспособности организма в условиях напряженной мышечной деятельности, в котором нетрудно увидеть основной и хорошо известный принцип спортивной тренировки.

Вегетативные системы (дыхательная и сердечно-сосудистая) удовлетворяют повышенные энергетические потребности работающих мышц, обеспечивая доставку к ним кислорода и частично удаляя из них продукты обмена ( $\text{CO}_2$ ). Кислород - транспортная функция определяется возможностями дыхательного аппарата (основной показатель - объем легочной вентиляции) и сердца (основной показатель — величина сердечного выброса, зависящая от частоты сердечных сокращений (ЧСС) и систолического объема), а также состоянием системы крови (концентрация гемоглобина, объем циркулирующей крови и ее вязкость) и эффективностью механизма кровообращения (распределение кровотока между активными и неактивными тканями тела). В принципе чем большая доля сердечного выброса приходится на долю работающих мышц, тем большее количество  $\text{O}_2$  они получают.

Однако эффективность их работы в конечном итоге зависит не столько от количества поступающего  $\text{O}_2$ , сколько от способности мышц к его утилизации, т. е. их возможности к аэробному метаболизму.

Не менее важную роль в обеспечении работы мышцы играют и другие физиологические системы организма.

Сенсорные системы обеспечивают центральные управляющие инстанции организма информацией о событиях на периферии и во внешней среде (пропри- и экстрарецепторы) и о состоянии внутренних органов (интерорецепторы).

Гормональная и вегетативная нервная системы осуществляют поддержание постоянства внутренней среды организма (гомеостаз) за счет регуляции и установления соответствия между процессами, происходящими в различных системах и органах в условиях двигательной деятельности. Важную роль в гормональной регуляции мышечной деятельности играют симпатoadреналовая -гипофизарно-адренкортикальная системы. Их функциями являются мобилизация энергетических ресурсов организма и их избирательное перераспределение преимущественно на нагружаемым органам и тканям, регуляция пластических процессов и формирование структурной основы долговременной адаптации организма к напряженной мышечной деятельности. Эти системы определяют емкость адаптационного резерва организма, следовательно, оптимальную продолжительность сильных (развивающих) тренирующих воздействий и величин соответствующих функциональных перестроек.

Выделительные системы (почки, желудочно-кишечный тракт, органы внешнего дыхания, потовые железы) обеспечивают выведение из организма конечных и отдельных промежуточных продуктов обмена веществ.

Рассмотренная выше сказанное лишь в самых общих чертах характеризует системную сущность функционирования организма в условиях напряженной двигательной деятельности. Ее задача, как мы уже говорили заключается главным образом в том, чтобы подчеркнуть ведущую роль мышечной системы в целостном характере реагирования организма на повышенную двигательную активность, задающую направление и размеры требующихся для этого функционального обеспечения со стороны его

физиологических систем. Более обстоятельное изложение этого вопроса можно найти в специальной литературе [9, 19].

### 1.3. Биомеханические характеристики ударных движений тхэквандоистов

В данной работе рассматривается проблема недостаточного изучения техники ударных движений в тхэквандо из-за слабого биомеханического подхода к анализу звеньев биокинематической цепи. Управляющее воздействие нервных центров на мышечный аппарат спортсмена зависят от особенностей биомеханического взаимодействия тела человека с объектом. В каждом конкретном действии используются свои отличительные биомеханизмы его построения, посредством которых происходит использование энергии биомеханической системы с целью достижения полезного эффекта [4,8].

В современной научно-методической и специальной литературе по тхэквандо отсутствуют отдельные вопросы биомеханического анализа техники ударных движений тхэквандоистов, в частности – вопросы оптимизации биомеханических параметров регуляции жесткости фиксации звеньев биокинематической цепи в технике ударных движений.

В повседневной тренерской практике форма и структура отдельных звеньев тела тхэквандоиста не рассматриваются с точки зрения биомеханики, то есть не отвечают биомеханическим характеристикам, не строятся согласно закономерностям биомеханики двигательного действия и поэтому не сформирован структурный навык (мышечное чувство) передачи количества энергии от одного звена к другому при выполнении ударных движений.

В данной научной работе раскрывается вопрос о взаимосвязи механизма регуляции суставной жесткости с механизмом передачи количества движения (энергии) в биосистеме звеньев при выполнении ударных движений по нижним конечностям с целью определения

биомеханических параметров регуляции жесткости фиксации звеньев биокинематической цепи при выполнении ударных движений.

Автор данной работы доказывает, что в момент ударных движений регуляция жесткости биокинематической цепи происходит путем закрепления суставов биокинематической цепи мышцами-антагонистами. Особое внимание автор уделяет рассмотрению биомеханических аспектов механизма передачи количества энергии при изменении времени ударных движений.

Данная работа будет интересна широкому кругу специалистов в области спорта, она предназначена для преподавателей и студентов института физической культуры и спорта, тренеров по тхэквандо, а также для научных работников в области теории и методике спорта.

Актуальность данного исследования заключается в раскрытии механизма регуляции суставной жесткости, как неотъемлемой части техники ударных движений в тхэквандо, с точки зрения биомеханики. Невозможно проводить поиск наиболее эффективных методов тренировки тхэквандоистов без знаний биомеханических особенностей ударных движений. Необходим всесторонний биомеханический анализ техники ударов как занимающихся, так и не занимающихся тхэквандо. Специалистами [11,15,17] было проведено научное исследование механизма регуляции суставной жесткости, что позволило выявить некоторые специфические особенности звеньев биокинематической цепи. Спортивная практика показывает, что техника, как неотъемлемая часть техники ударных движений в тхэквандо, является недостаточно изученным в научном пространстве биомеханики.

В тхэквандо все ударные действия имеют вращательно поступательно-возвратный характер. Результаты этих действий показывают, что величина электрической активности мышц в момент выполнения ударных движений поступательно-вращательного характера выше, чем в ударе возвратно-вращательного.

Суммарная активность биотоков передней большеберцовой и медиальной головки икроножной мышцы голени поступательно-вращательного характера по амплитуде больше, чем камбаловидной мышцы, а в ударе – наоборот, что говорит о более жесткой характеристике звена, чем в тактическом обмане.

В движении типа ударного действия в тхэквандо действуют, как общие с другими видами движений, так и специфические механизмы его построения. Общим для всех перемещающих движений является механизм передачи количества энергии (mE) от массивных звеньев тела к менее массивным и далее – к ударному объекту. Нами был изучен характер последовательного нарастания скорости звеньев тела в момент удара, начиная от бедра к голени по механизму передачи количества энергии от более массивных звеньев тела, т.е. тазобедренного к менее массивным звеньям голеностопному в виде механического движения [1,6,18].

Механизм передачи количества энергии в биосистеме видоизменяется в зависимости от времени удара. Рассмотрим в несколько упрощенном виде функции нижних конечностей звеньев тела биокинематической цепи (бедро, голень, стопа) при изменяющемся времени для выполнения ударных движений. Ударные действия можно выполнять при следующих условиях, если времени для силового удара в процессе боя: а) больше, чем необходимо для полного развертывания механизма по взаимосвязи скоростей звеньев голеностопного при технике ударных движений «взрывного» типа, и б) меньше, чем надо для развертывания этого механизма.

При первом условии следует своевременно «включить» в работу механизм передачи количества энергии. В данном случае техника ударных движений будет и технически эффективным и тактически своевременным.

При условии же ограничения времени для выполнения ударного действия возможны два варианта построения движения биокинематической цепи. Первый вариант предусматривает более быстрое выполнение техники ударных движений, что возможно при мгновенных по времени периодах

развития скорости, т. е. они должны быть выше ускорения. Но данный вариант невозможен, так как возрастанию ускорения звеньев тела должны соответствовать больше силовые свойства мышц, а техника ударных движений тхэквандоистов высокой квалификации выполняется и так на пределе силовых возможностей.

Второй вариант выполнения техники ударных движений при ограничении (дефиците) времени для его выполнения предусматривает более раннее включение в работу последующего звена, что возможно за счет большей вращательной жесткости в суставе вследствие работы мышц-антагонистов, окружающих его. Причем по ходу ударного действия возможна фиксация как одного, так и нескольких звеньев одновременно. Изменяя жесткость фиксации звеньев биокинематической цепи в момент ударных движений, можно управлять временем его выполнения.

Следовательно, допустимы два крайних варианта фиксации звеньев биокинематической цепи в момент техники ударных движений. В первом – все звенья биокинематической цепи жестко зафиксированы. Здесь происходит максимальный выигрыш во времени его выполнения, фактически без передачи количества энергии (движения) от одного звена к другому, и максимальный проигрыш в скорости конечного звена (голени). Во втором – нет фиксации звеньев, и техника ударных движений строится по структурной форме, бедро, голень, стопа. Все пространство возможных сочетаний жесткости фиксации звеньев биокинематической цепи мышцами-антагонистами располагается между этими двумя крайними вариантами построения техники ударных движений. Причем с уменьшением времени, отводимого для ударного действия тактической ситуацией, количество, жестко зафиксированных звеньев, а также величина их фиксации должны становиться больше, требование же к силе, осуществляющей вращение в проксимальном суставе, выше.

Анализ электрической активности мышц при выполнении техники ударных движений показал, что если характер активности передней

большеберцовой и медиальной головки икроножной мышцы голени в обоих способах техники ударных движений сходен, т.е. вначале идет подъем, а затем спад активности, то активность камбаловидной мышцы голени в технике ударных движений вначале значительная, а перед ударом – отсутствует. Это связано с характером работы голеностопного сустава, где идет сгибание-разгибание мышц для передачи количества энергии с бедра на голень и стопу.

Однако в технике ударных движений «на опережение» проявляется одновременная активность мышц-антагонистов, нарастающая и спадающая совместно. Это говорит о том, что мышцы в данной технике ударных движений работают на повышение жесткости голеностопного сустава в момент ударного действия. Присутствие сгибательно - разгибательного движения в голеностопном суставе в технике ударных движений с установкой «на опережение», а по существу на повышение жесткости в суставе, подтверждается также полученными данными гониографии тазобедренного и голеностопного сустава в момент техники ударных движений.

Далее, опираясь на экспериментальные данные, рассмотрим регуляцию времени при выполнении ударных движений на уровне длины всей биокинематической цепи. Меняя уровень жесткостной организации звеньев всей биокинематической цепи, тхэквандоист регулирует тем самым время выполнения техники ударных движений. Измеряя время основной фазы техники ударных движений, косвенно можно оценить степень владения навыком регуляции жесткости (мышечной рекуперации) фиксации звеньев биокинематической цепи в нападающем ударе у тхэквандоиста.

Из полученных нами данных [12,14,16] следует, что занимающиеся тхэквандо владеют способностью регулировать жесткость биокинематической цепи в момент техники ударных движений ( $P < 0,001$ ). Испытуемые, не занимающиеся тхэквандо, этой способностью не обладают. В частности, у некоторых испытуемых можно констатировать полное

отсутствие способности управлять временем техникой ударных движений и, следовательно, управлять жесткостью фиксации звеньев биокинематической цепи в момент ударного действия.

Данные эксперимента у тхэквандоистов по регуляции жесткости фиксации звеньев в технике ударных движений позволяют говорить о том, что биомеханические параметры регулируются не только на уровне одного сустава, что было показано выше, но и на уровне всей биокинематической цепи.

Сравнение результатов занимающихся и не занимающихся тхэквандо показывает, что способность управлять жесткостью фиксации звеньев биокинематической цепи в технике ударных движений развивается с тренировкой, т.е. эта способность поддается обучению.

Итак, в управлении движениями в тхэквандо при выполнении ударных движений по нижним конечностям используется механизм регуляции жесткости фиксации звеньев биокинематической цепи, производящей эти удары. Однако особый интерес здесь вызывает вопрос о взаимосвязи механизма регуляции суставной жесткости и механизма передачи количества движений (энергии) в биосистеме звеньев при выполнении техники ударных движений по нижним конечностям. Ответ может касаться двух аспектов: теоретического – какова связь этих механизмов между собой в построении конкретной техники ударных движений и практического – какова взаимосвязь этих механизмов в процессе их становления и развития, т. е. в какой структуре их лучше и нужно осваивать при обучении технике ударных движений.

Механизм регуляции суставной жесткости биокинематической цепи влияет на степень развертывания процесса, передачи количества энергии во времени между двумя крайними вариантами. Первичным является механизм передачи количества энергии, так как регулировать жесткость фиксации звеньев можно только в том случае, если биомеханическая структура техники ударных движений с построением движения по типу двух крайних вариантов

по форме взаимосвязи скоростей звеньев нижних конечностей при совпадении максимумов скоростей в момент техники ударных движений уже сформулирована [1,3,19].

Механизм регуляции суставной жесткости – более общий, а биомеханизм передачи количества энергии (движения) является его частным случаем, его крайним вариантом. Взаимосвязь между ними в процессе становления техники ударных движений такова, что, владея навыком регуляции жесткости фиксации звеньев биокинематической цепи, тхэквандоист сможет нанести удар по нижним конечностям (бедро, голень), используя механизм передачи количества энергии. Но владея навыком передачи количества энергии от одного звена к другому, тхэквандоист не обязательно будет способен регулировать жесткость фиксации звеньев биокинематической цепи, так как кроме этого необходимо еще владеть умением совершать технику ударных движений при жесткой фиксации звеньев биокинематической цепи и в неординарной для тхэквандоистов боевой ситуации. Кроме того успешное построение техники ударных движений возможно ещё за счет дополнительной психической мотивации тхэквандоистов в момент ударного действия.

Таким образом, все полученные материалы нашего эксперимента у тхэквандоистов по регуляции жесткости фиксации звеньев при выполнении техники ударных движений позволяют говорить о том, что биомеханические параметры регулируются не только на уровне одного сустава, но и на уровне всей биокинематической цепи. Проведенное нами сравнение результатов занимающихся и незанимающихся тхэквандоистов и низкоквалифицированных тхэквандоистов показало, что способность управлять жесткостью фиксации звеньев кинематической цепи в технике ударных движений развивается с тренировкой, т.е. эта способность вполне поддается обучению [10,13,17].

## ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Методы исследования

1. Анализ литературы
2. Тестирование
3. Инструментальный контроль
3. Педагогический эксперимент
4. Математическая статистика

#### Анализ литературы

Анализ литературы показывает, что за последние годы наметился количественный подход в решении педагогических вопросов управления, главным образом в направлении объективизации полученной информации по каналам обратной связи. Надо отметить, что благодаря расширению технических возможностей разработка методов корректирующей информации идет достаточно успешно.

#### Тестирование

Анализ большого числа испытуемых целевой точности ударов тхэквандоистов, зафиксированных на лентопротяжном механизме мишени, позволяет определить вероятностные характеристики поражения цели по частям мишени.

Тестирование тхэквандоистов в условиях специализированного зала после общей и специальной разминки, позволивший выявить ряд общих и частных особенностей в характеристиках фазы атаки.

Исследования проводились с участием тхэквандоистов разного возраста и различной спортивной квалификации.

Специальное тестирование тхэквандоистов после разминки, заключающееся в нанесении прямых ударов в электроконтактную мишень, прикрепленную к боксерскому мешку, в течение 1 минуты, и его результаты, выраженные в цифровых показателях, которые подвергнуты анализу и математической обработке, позволили получить количественные и качественные характеристики ударных движений.

В тхэквандо аналог соревновательной деятельности достигался в упражнениях «бой с тенью», «удары в мишень», укрепленную на боксерском мешке, или бой со спарринг - партнером. Все модели рассчитаны на регламент соревновательной деятельности тхэквандоиста.

### Инструментальный контроль

Использовалась инструментальная методика регистрации отдельных фаз удара в выпаде, которая была основана на одновременной записи электрофизиологических (ЭМГ) и механических (сейсмограмма) параметров. В результате одновременной 3-канальной системы записи регистрировались: а) момент подготовки удара; б) начало основной фазы движения; в) начала движения ударной руки (ноги); г) время направления ударной руки (ноги) от момента движения до касания мишени. Это позволяло анализировать подготовительную, основную и заключительную фазы при выполнении данного технического элемента.

Исследование проводилось с группой тхэквандоистов различной квалификации.

### Педагогический эксперимент

Исследование проводилось в три взаимосвязанных этапа.

На первом (2014-2015) этапе изучалось состояние проблемы теории и практики спортивного каратэ, проводился анализ общей и специальной

литературы по теме исследования, разработаны критерии объективной оценки атакующих действий тхэквандоистов.

На втором (2015-2016) этапе была подвергнута первичной проверке и уточнена гипотеза исследования, определен контингент испытуемых, проведен эксперимент с целью проверки эффективности разработанной методики выявления критериев, оценки влияющих на показатели времени реакции и ударных движений тхэквандоистов разной квалификации. Проведена экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы и эффективности разработанной педагогической системы.

На третьем (2016-2017) этапе проанализированы результаты исследования, сформулированы теоретические выводы и разработаны практические рекомендации, проведена апробация основных идей и критерий оценки соревновательной деятельности тхэквандоистов, завершено литературное оформление исследования.

### Математическая статистика

Полученные результаты экспериментального исследования обрабатывались на компьютере по специальной программе. Вычислялись средние арифметические и средние квадратические отклонения, коэффициент вариации. Достоверность результатов установили с помощью  $t$  - критерий Стьюдента при уровне значимости  $P < 0,05$  и  $p < 0,01$ .

#### 2.2. Организация исследования

Продолжительность педагогического эксперимента три года, с октября 2014 по март 2017 год. Эксперимент проводился в спортивном клубе «Боевые перчатки» города Тольятти. В контрольной группе совершенствование нападающих ударов проводилось (по динамометру) согласно общепринятой методике.

В исследовании принимали участие 18 тхэквандоистов юношеской сборной и 10 тхэквандоистов сборной взрослой команды города Тольятти. Возраст спортсменов составлял 16-18 и 19 – 26 лет.

Для определения структуры атакующих действий нами использовался корреляционный и факторный анализ. Исходными показателями были объем, результативность, тактическая адекватность, техническая эффективность разновидностей средств ведения боя [2], технико-тактические характеристики действий, пространственные и временные параметры тактического взаимодействия кикбоксера. Всего около 18 показателей.

Результаты тестирования сопоставили с показателями успешности ведения поединков (всего проанализировано по 50 боев на каждого испытуемого). Вычислили (в % от общего числа боевых действий) объем и результативность применения атак (А), контратак (К), защит с ответами (ЗО), недобранных защит (З), ответов (О), а также разновидностей атак по способу их выполнения - простых (АП), с финтами (АФ), с действием на объект (АД) и комбинированных (АК). Для оценки информативности были рассчитаны линейный и нелинейный коэффициенты корреляции.

### 2.3. Методика применение биомеханических критериев ударных движений тхэквандоистов

Показателем эффективности атакующего действия нами было выбрано время выполнения атаки (от начала действия до момента удара). Моделями для исследования ударных движений служили две основные технические структуры атаки выпад и удар. Для каждой модели в отдельности была предложена система элементарных установок с ориентиром на выполнение конкретных элементов движения.

Выпад:

1. Активный мах голенью впереди стоящей ноги.
2. Активный «взрывной» толчок сзади стоящей ноги.

3. Синхронная работа ног и рук.
4. Быстрота поражения мишени ударной рукой без контроля за работой ног.

Удар:

1. Старт уступающей работой впереди стоящей ноги.
2. Старт «взрывным» толчком сзади стоящей ноги.
3. Синхронная работа обеих ног и рук.
4. Быстрота поражения мишени ударной рукой без контроля за работой ног.

Каждый испытуемый трижды выполнял атаку без предварительных установок; затем получал конкретную установку и трижды заданные движения; после этого выполнял три контрольные попытки на динамографической платформе (движения фиксировались на киноплёнке, в кадре которой помещались электросекундомер и записывающий экран).

Для объективной оценки эффективности и целесообразности использования различных ситуационных установок в процессе технического совершенствования тхэквандоистов (с позиции управления движениями) проводился специальный педагогический эксперимент. В эксперименте применялись контрольные тесты на точность ударов, педагогические наблюдения в ходе контрольных боев, устройство для определения силы удара (ударный динамометр Никифорова) и киноанализ. Был использован сравнительный анализ результатов, показанных двумя группами испытуемых, имеющих примерно одинаковые исходные спортивно-технические данные. Численный состав групп - по восемнадцать тхэквандоистов 1 разряда, кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта России.

В экспериментальной группе основными положениями были:

- четкое определение изучаемого материала, дифференцировка его на составные элементы;

- тщательная продуманность, последовательности этапов совершенствования;
- систематическая оптимальная информация спортсмена для обеспечения необходимой активности;
- немедленное уведомление спортсмена о качестве выполнения заданий для обеспечения самоконтроля за процессом совершенствования;
- широкое применение дополнительного информирующего оборудования (стоек, планок, ограничителей и т. п.).

В конкретное содержание методики входили следующие разделы:

- 1) теоретическая подготовка тхэквандоистов, направленная на элементарный фазовый анализ структуры ударного движения в выпаде;
- 2) поэтапная последовательность индивидуального совершенствования:
  - развитие вариативности подготовительной фазы;
  - воздействие на основную фазу путем подачи ситуационных установок «на быстроту», «на силу» и «на точность» ударного движения;
- 3) поэтапная последовательность совершенствования в составе группы:
  - тренинг с применением дополнительного оборудования;
  - упражнение с сопротивлением специально подобранного «противника» (например, при отработке ударов с установкой «на быстроту» прикрепляется резкий, подвижный защитник небольшого роста);
  - игровые упражнения типа единоборств с некоторым превышением соревновательных трудностей (помех) (например, спарринг в ограниченной зоне без применения заслонов; спарринг с партнерами разной весовой категории);

4) совершенствование в боевых (спаррингах) условиях с определенными заданиями, например, удары только одной нападающей рукой.

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### 3.1. Управление пространственно-временными характеристиками ударных движений в тхэквандо

Изучение литературных источников и спортивной практики позволило выдвинуть предположение, что одна и та же предварительная двигательная установка неодинаково влияет на технику движений спортсменов различной квалификации. Установка, вызывающая положительный сдвиг в технике перворазрядника, не влияет на технику мастера экстра-класса. Установка, положительно влияющая на технику большого мастера, оказывается невыполняемой для спортсменов низших квалификаций. Это подтверждается проведенными в тхэквандо исследованиями по изучению взаимосвязи между предварительными двигательными установками и эффективностью атакующих действий.

Анализируя данные таблицы 1 и 2 (предварительное, внеустановочное выполнение атак выпадом и ударом в привычном для тхэквандоистов режиме), можно установить, что с повышением квалификации тхэквандоистов сокращается время выполнения атак. Причем эффективность атак повышается в основном за счет сокращения фазы толчка и динамических усилий. Быстрота атаки обуславливается умением мгновенно развивать большие усилия в толчке. Вместе с тем отмечается, что тхэквандоистов низкой квалификации, имея в ряде случаев более высокие показатели физической подготовленности, не обладают этой способностью, выполняют атаки значительно медленнее.

Приведенные данные об изменениях в ритме атак под влиянием предварительных установок показали, что установки 1, 2, 3-я имели элементарный характер и были направлены на активизацию определенных параметров движения, связанных с толчком или с быстрым созданием более

удобных условий для эффективности толчка. Установка на быстроту удара ударной рукой без контроля за работой ног (4-я) была направлена на

Таблица 1

Результаты предварительных внеустановочных испытаний (выпад)

Фамилия спортсмена, квалификация	Попытка	Время атаки (сек.)	Время удара (сек.)	Время толчка (сек.)	Усилие по вертикали (кг)	Усилие по горизонтали (кг)
М. Ренский, I разряд	1	0,40	0,16	0,24	95	45
	2	0,41	0,16	0,25	100	40
	3	0,40	0,17	0,23	95	40
П. Дробецкий, кмс	1	0,35	0,16	0,19	100	50
	2	0,36	0,14	0,21	90	50
	3	0,34	0,14	0,20	105	50
В. Кухаренко, кмс	1	0,28	0,16	0,16	115	55
	2	0,27	0,16	0,16	115	50
	3	0,28	0,16	0,17	120	60
В. Хархалуп, кмс	1	0,24	0,15	0,13	140	75
	2	0,23	0,15	0,12	140	75
	3	0,24	0,15	0,12	140	70
У. Мавлиханов, мс	1	0,21	0,15	0,12	150	75
	2	0,22	0,16	0,12	155	70
	3	0,22	0,16	0,12	155	75

Примечание. С повышением класса тхэквандоистов происходит временное «наложение» двух фаз: фазы удара атакующей рукой и фазы толчка.

быстроту доставки ударного звена к мишени. Главным смысловым стержнем атаки считалась быстрота посылы ударного звена к мишени. Все остальные технические элементы были вспомогательными.

Оказалось, что повышение эффективности атак у тхэквандоистов более низкой квалификации вызывали 1, 2, 3-я установки. Уровень технического мастерства у этих тхэквандоистов был таков, что для повышения эффективности атак достаточно было отражения в сознании фаз и параметров, связанных с толчком. При 4-й установке (на быстроту удара) толчок у них по времени настолько отставал от удара, что возникла ошибка – рука обгоняла работу ног и удар не достигал цели (приходился в воздух). Настройка на повышение быстроты удара не обеспечивалась умением мгновенно развить большие усилия в толчке, при этой настройке терялся контроль за работой ног. Если этим тхэквандоистам удавалось выполнять атаки с установкой на быстроту удара без ошибок, то время атаки было на уровне времени при 3-й установке.

Противоположная картина наблюдалась у тхэквандоистов более высокой квалификации. Установки элементарного характера, связанные с теми же элементами толчка, не только не повышали эффективности атаки, а даже снижали ее. Лишь при 3-й установке на синхронность работы ног эффективность атаки по всем показателям достигала технического уровня, имевшегося в предварительных безустановочных испытаниях.

При установке на быстроту удара эффективность атаки у квалифицированных тхэквандоистов повышалась. Причем одновременно значительно улучшался толчок по всем показателям.

Таким образом, при высоком уровне подготовленности установка на быстроту удара является наиболее эффективной, она вызывает повышение мощности толчка и способствует этим повышению общей скорости атакующих действий.

Таблица 2

Влияние предварительной установки (в трех попытках) на быстроту, ритм и динамику атаки (выпад)

Фамилия спортсмена, квалификация	Установка	Время атаки (сек.)			Время удара (сек.)			Время толчка сек.			Усилия по вертикали (кг)			Усилия по горизонтали (кг)		
М. Ренский, I разряд	1	0,37	0,39	0,37	0,16	0,16	0,16	0,21	0,23	0,20	105	105	105	50	60	50
	2	0,35	0,33	0,31	0,15	0,14	0,14	0,17	0,16	0,16	105	110	110	55	55	60
	3	0,26	0,26	0,27	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	115	115	110	60	55	60
	4	0,23*	0,21*	0,26	0,7*	0,8*	0,15	0,11	0,12	0,11	105	105	105	50	45	45
П. Дробецкий, кмс	1	0,31	0,33	0,30	0,17	0,17	0,15	0,16	0,17	0,16	105	105	110	55	55	55
	2	0,30	0,29	0,29	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14	110	115	115	55	60	60
	3	0,28	0,27	0,27	0,16	0,16	0,16	0,14	0,14	0,13	120	115	115	60	60	60
	4	0,24*	0,24*	0,25*	0,8*	0,9*	0,8*	0,12	0,12	0,13	105	110	105	50	50	55
В. Кухаренко, кмс	1	0,31	0,30	0,34	0,17	0,18	0,17	0,19	0,18	0,20	110	110	110	55	50	60
	2	0,28	0,29	0,28	0,17	0,17	0,17	0,15	0,14	0,15	120	125	120	60	55	50
	3	0,26	0,27	0,26	0,16	0,17	0,17	0,14	0,14	0,14	125	125	120	60	60	60
	4	0,26	0,23*	0,26	0,16	0,9*	0,16	0,14	0,14	0,14	120	110	115	60	50	55

Продолжение таблицы 2

В. Хархалуп, кмс	1	0,28	0,27	0,29	0,17	0,17	0,17	0,14	0,13	0,14	130	135	130	65	60	60
	2	0,25	0,25	0,26	0,16	0,16	0,16	0,12	0,12	0,12	140	135	140	70	65	75
	3	0,23	0,23	0,22	0,15	0,15	0,16	0,11	0,12	0,12	140	140	135	70	75	70
	4	0,22	0,22	0,22	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	145	145	145	75	75	80
У. Мавлиханов, мс	1	0,24	0,25	0,26	0,16	0,16	0,16	0,14	0,14	0,13	135	140	140	65	60	65
	2	0,23	0,23	0,23	0,16	0,16	0,16	0,12	0,13	0,13	145	145	150	70	70	70
	3	0,21	0,22	0,23	0,16	0,15	0,15	0,12	0,12	0,12	155	150	150	80	75	70
	4	0,21	0,20	0,20	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	160	160	155	85	80	85

Примечание: \* - ошибка, спортсмен не нанес удара из-за того, что попытался его выполнить раньше, чем произошло необходимое сближение.

Отсюда следует вывод, что характер, нацеленность и конкретность двигательной установки должны соответствовать уровню спортивного мастерства и видоизменяться в связи с динамикой его роста.

Необходимо отметить, что описанные установки имели элементарный характер и были направлены в основном на улучшение структурного качества конкретного движения (табл.3,4). Применение подобных установок

Таблица 3

## Результаты предварительных внеустановочных испытаний

Фамилия спортсмена, квалификация	Попытки	Время атаки (сек.)	Время удара (сек.)	Время толчка (сек.)	Усилия по вертикали (кг)	Усилия по горизонтали
М. Ренский, I разряд	1	0,41	0,17	0,24	125	60
	2	0,43	0,17	0,26	125	60
	3	0,44	0,18	0,26	125	65
П. Дробецкий, кмс	1	0,41	0,18	0,23	135	60
	2	0,43	0,18	0,22	135	60
	3	0,43	0,17	0,22	130	55
В. Кухаренко, кмс	1	0,36	0,16	0,24	145	75
	2	0,36	0,16	0,22	145	75
	3	0,35	0,16	0,23	155	75
В. Хархалуп, кмс	1	0,34	0,15	0,19	155	70
	2	0,34	0,15	0,20	155	70
	3	0,33	0,15	0,20	155	75
У. Мавлиханов, мс	1	0,26	0,14	0,16	160	80
	2	0,25	0,14	0,15	165	80
	3	0,25	0,14	0,16	160	80

Таблица 4

Влияние предварительной установки (в трех попытках) на быстроту, ритм и динамику атаки (ударов)

Фамилия спортсмена, квалификация	Уста- новка	Время атаки (сек.)			Время удара (сек.)			Время толчка (сек.)			Усилия по вертикали (кг)			Усилия по го- ризонтали (кг)		
М. Ренский, I разряд	1	0,41	0,39	0,40	0,17	0,17	0,17	0,25	0,24	0,25	125	130	125	60	55	60
	2	0,37	0,38	0,38	0,17	0,17	0,17	0,22	0,24	0,23	135	130	125	60	60	55
	3	0,35	0,36	0,35	0,15	0,16	0,16	0,21	0,21	0,22	135	135	135	65	65	65
	4	x0,29	x0,30	0,35	x0,12	x0,11	0,17	0,22	0,24	0,19	120	120	135	55	50	65
П. Дребецкий, кмс	1	0,42	0,44	0,40	0,18	0,17	0,17	0,25	0,25	0,27	130	130	130	60	60	60
	2	0,29	0,37	0,37	0,17	0,18	0,17	0,23	0,24	0,22	135	135	140	65	65	60
	3	0,34	0,35	0,34	0,16	0,16	0,17	0,21	0,20	0,19	140	135	140	65	70	70
	4	x0,30	x0,29	x0,27	x0,10	x0,11	x0,13	0,23	0,24	0,24	120	125	130	50	55	55
В. Кухаренко, кмс	1	0,38	0,37	0,38	0,16	0,16	0,16	0,26	0,24	0,21	135	130	130	65	65	65
	2	0,35	0,35	0,36	0,17	0,18	0,15	0,21	0,22	0,22	140	135	145	70	80	70
	3	0,33	0,32	0,34	0,15	0,15	0,16	0,20	0,19	0,20	145	145	145	75	80	80
	4	0,33	x0,28	0,33	0,15	x0,11	0,15	0,20	0,20	0,20	145	130	145	75	60	80

В. Хархалуп, кмс	1	0,39	0,37	0,40	0,17	0,16	0,16	0,24	0,22	0,23	140	145	140	65	65	60
	2	0,35	0,36	0,36	0,16	0,17	0,19	0,21	0,22	0,22	150	150	145	70	70	70
	3	0,33	0,34	0,33	0,15	0,15	0,15	0,20	0,19	0,19	155	155	155	70	70	70
	4	0,32	0,30	0,32	0,14	0,13	0,15	0,19	0,18	0,19	160	165	165	75	75	80
У. Мавлиханов, мс	1	0,30	0,31	0,33	0,16	0,16	0,16	0,19	0,18	0,19	150	150	150	75	75	70
	2	0,29	0,28	0,28	0,15	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	155	150	150	80	75	80
	3	0,26	0,26	0,26	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	155	160	155	85	80	80
	4	0,25	0,24	0,24	0,12	0,11	0,11	0,13	0,13	0,13	165	170	170	85	85	85

Примечание: X – ошибка.

приемлемо на ранних этапах формирования эффективного действия. В соревновательной же деятельности применять их недостаточно, так как они не могут в должной мере обеспечить эффективность боевого действия.

В тхэквандо повышенные требования к вариативности действий спортсмена, стремление сохранить по отношению к «противнику» минимальную информативность о своих намерениях дали повод для постановки вопроса о важности и целесообразности систематического использования установки «на переключение» от одного приема (элемента) к другому, наиболее адекватному изменившейся соревновательной обстановке, и установки на изменение ритма выполнения приема (соотношения подготовительной фазы и основной).

Каков же характер влияния установки «на переключение» на эффективность атакующих действий?

Педагогические наблюдения учебных боев и индивидуальных занятий в тхэквандо показали, что установка только на быстроту атаки, даже будучи необходимой, далеко не полностью определяет эффективность атакующего действия. Количество ударов, нанесенных в прямой скоростной атаке, составляло только 34 % от общего числа всех ударов, нанесенных в атаках. В остальных случаях удары были нанесены после двух типов переключений: на парирование опережающего контратакующего действия; на удар в другой сектор поражаемого пространства в случаях защитного действия.

Однако при выполнении атаки с переключением (вариативной атаки) в ритме скоростной атаки спортсмену трудно управлять своим движением. Это как следствие обычно приводит к значительному снижению эффективности действия. Спортсмен или не успевает парировать опережающее контратакующее действие, или ошибается в выборе сектора поражения (точки объекта), и удар приходится в защиту. Число ошибок составляло 67 % от общего числа всех атак.

Поиск путей повышения эффективности вариативных атак сводится к изучению воздействия на нее установок «на переключение». Изучаемой

моделью нами была выбрана атака ударом. Испытуемым предлагалось выполнить вариативную атаку с тремя типами установок «на переключение»:

- с установкой на возможное парирование опережающей контратаки;
- с установкой на выбор цели поражения;
- с установкой на быстрый удар в корпус и возможный перевод атаки в другой сектор поражения с вероятностным парированием контратаки во входной фазе удара.

Результаты эксперимента представлены в таблице 5, 6 и 7. Для сравнения целесообразно пользоваться данными таблицы 4, где представлены показатели скоростной атаки, выполняемой с установкой только на быстроту удара.

Таблица 5

#### Анализ атаки с установкой на парирование контратакующего удара

Фамилия спортсмена	Квалификация	Время атаки (сек.)	Длительность начальной фазы (сек.)	Длительность фазы удара (сек.)
М. Ракита	мс	0,32	0,15	0,17
У. Маклиханов	мс	0,37	0,16	0,21
О. Гладов	мс	0,38	0,19	0,19
Б. Мельников	мс	0,39	0,19	0,20
П. Дробеикий	кмс	0,46	0,24	0,22
М. Ренский	кмс	0,45	0,23	0,22
В. Кухаренко	кмс	0,48	0,24	0,24

При выполнении вариативной атаки с установкой на парирование опережающей контратаки продолжительность входовой фазы увеличивается (из-за боязни получить встречный удар спортсмен начинает атаку осторожнее): она колеблется в диапазоне 0,05 – 0,09 сек. в зависимости от квалификации спортсмена. Из-за отсутствия в установке нацеленности на

удар увеличиваются также фазы удара. Все это вместе приводит к значительному падению (на 0,11 – 0,18 сек.) скоростной эффективности атаки.

При выполнении атаки с установкой на выбор цели поражения увеличивается входовая фаза на 0,06 – 0,07 сек. (из-за отсутствия нацеленности на быстроту движения). Вместе с тем обход защиты «противника» вызывает увеличение продолжительности фазы удара и достижения к цели до 0,05 – 0,08 сек. В результате длительность всей атаки увеличивается на 0,11 – 0,15 сек. (таблица 5 и 6).

Таблица 6

## Анализ атаки с установкой на выбор сектора поражения в ходе удара

Фамилия спортсмена	Квалификация	Время атаки (сек.)	Длительность входовой фазы (сек.)	Длительность броска (сек.)	Длительность удара кистью (сек.)
М. Ракита	мс	0,32	0,16	0,13	0,03
У. Мавлиханов	мс	0,37	0,16	0,18	0,13
О. Гладов	кмс	0,38	0,18	0,17	0,03
Б. Мельников	мс	0,40	0,19	0,17	0,04
М. Ренский	кмс	0,43	0,21	0,18	0,04
В. Кухиренко	кмс	0,47	0,22	0,20	0,05
П. Дробецкий	кмс	0,47	0,23	0,20	0,04

Таким образом, при первых двух установках вариативность атак обеспечивалась за счет значительного падения скоростной эффективности.

Выполнение же атаки с установкой третьего типа приводило к несколько меньшему увеличению ее длительности (0,05 - 0,09 сек.) и к большей стабильности переключений. Оптимальность сочетания достаточно высокой скорости атаки и стабильности переключений объясняется конкретностью ведущей нацеленности на быстроту движения и вероятностью переключений.

Таблица 7

#### Анализ атаки с установкой на вариативность и быстроту поражения

Фамилия спортсмена	Квалификация	Время атаки (сек.)	Длительность входовой фазы (сек.)	Длительность фазы броска (сек.)	Длительность фазы удара кистью (сек.)
М. Ракита	МС	0,31	0,15	0,13	0,03
У. Мавлиханов	МС	0,31	0,14	0,14	0,03
О. Глазов	КМС	0,33	0,16	0,14	0,03
Б. Мельников	МС	0,35	0,17	0,14	0,04
М. Ренский	КМС	0,39	0,20	0,15	0,04
П. Дробеикий	КМС	0,41	0,21	0,16	0,04
В. Кухаренко	КМС	0,42	0,20	0,17	0,05

В результате при сохранении общей структуры в технике удара произошло логичное видоизменение ритма движения: входовая фаза несколько удлинилась (на 0,04 - 0,05 сек.), что позволило успешно парировать контратаку; ведущая фаза атаки - ударов и достижения к цели - сократилась на 0,02 - 0,03 сек., что обеспечило общую быстроту атаки; более явно выделилась фаза кистевого удара, позволяющего оперативно менять направление по сектору поражения.

Данные эксперимента показывают, что быстрота атаки – необходимый, но далеко не ведущий критерий ее эффективности. Более ценным является оптимальное сочетание ее быстроты (0,31 - 0,35 сек.) с управлением техническими действиями, т.е. с умением переключаться на парирование опережающей контратаки в период выполнения входной фазы и менять направление удара в финале атаки, что достигается применением установки «на переключение», активно воздействующей на основную фазу атаки и логически видоизменяющей ритм всего движения.

В процессе нашего исследования выявилась теоретическая и практическая неполноценность методики совершенствования высококвалифицированных тхэквандоистов в технике, базирующейся на принципе широкой вариативности подготовительной фазы приема и довольно жесткой стабильности основной фазы в условиях действия мощных сбивающих факторов.

Результаты исследования показали, что предлагаемая методика дает положительный эффект и данную методику целесообразно использовать в подготовке тхэквандоистов высокой квалификации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты нашего исследования показали, что тенденции, обнаруженные в описанных выше экспериментах, указывают на общие закономерности в изменении надежности соревновательных действий спортсменов. Эта динамика обусловлена, прежде всего, влиянием таких факторов, как специальная подготовленность и вытекающая отсюда субъективная уверенность спортсмена в своих силах. И хотя эти два момента взаимосвязаны, строго однозначной зависимости здесь нет.

Мы отмечаем, что при высоком уровне подготовленности установка на быстроту удара является наиболее эффективной, она вызывает повышение мощности толчка и способствует этим повышению общей скорости атакующих действий.

Можно поэтому считать оптимальными два варианта динамики боевого состояния у тхэквандоистов:

- 1) повышение состояния боевой готовности перед боем и еще большее ее повышение после боя;
- 2) повышение состояния боевой готовности перед боем и «снятие» после боя.

Таким образом, проведенный педагогический эксперимент показал, что предлагаемая здесь методика критерий оценки пространственно-временных параметров атакующих действий тхэквандоистов дает положительный эффект и ее целесообразно использовать в тренировке квалифицированных тхэквандоистов.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Алабин В.Г., Кривонос М.П. Тренажеры и специальные упражнения в легкой атлетике. М.: ФиС, 2007. – 279 с.
2. Алимов А. Бокс. Ростов-на-Дону. «Феникс». - 2008. – 77 с.
3. Аристов С.К. Боевое каратэ: Система спортивной тренировки. Ростов-на-Дону, «Феникс», - 2006. – 142 с.
4. Аршавская Э.И., Розанова В.Д. Физиология и физкультура: о физиологических основах физического воспитания в различные возрастные периоды. - М.: Знание, 2005. - 79 с.
5. Алмазов О. Каратэ. Средства и методы боевых искусств. Ростов-на-Дону, «Феникс», - 2009. – 82 с.
6. Александров Ю.М. Формирования технического мастерства юных боксеров методом вариативной тренировки. - Казань.: 2015. – с. – 75-82.
7. Александров Ю.М. Повышение технической подготовленности квалифицированных боксеров 15-17 лет на основе формирования прочности и вариативности двигательных навыков. //диссер. канд. пед. наук. Набережные – Челны – 2014. – 187 с.
8. Александров Ю.М. Исследование техники нападающего удара в боксе. Сборник научно-практической конференции. Ульяновск. 2014. – с. 44-48.
- Долгов Н.А. Предсоревновательная подготовка единоборца. - М.: ФиС, 2004. – 101 с.
9. Долгов Н.А. - Подготовка единоборца. М.: ФиС, 2007. – 94 с.
10. Данилина Г.Ю. Психология формирования личности единоборца. М., 2008. – 127 с.
11. Джалилов Ал., Джалилов Ар. Александров Ю.М. Воспитание морально-волевых качеств в системе подготовки квалифицированных боксеров. М.: Ж.: Физическая культура. (ВОТ), 2015. – с. – 22-25.
12. Джалилов А.А., Балашова В.Ф. Биомеханические характеристики нападающих ударов в кикбоксинге. М.: Ж.: Т и ПФК. 2014. – с. – 66-68.

13. Данилова Н.Н., Крылов А.Л. Физиология высшей нервной деятельности. М.: 1997. – 324 с.
14. Джалилов А.А., Кувшинов О.Н. Биомеханические характеристики нападающих ударов в боксе. Сборник международной научно-практической конференции. Тольятти - 2012. – с. – 66-68.
15. Данилова Н.Н., Крылова А.Л. Физиология высшей нервной деятельности. Изд. Московского университета. 2005. – 398 с.
16. Джалилов А.А., Меркурьев К.Л. Биомеханика двигательной деятельности. Тольятти. 2016. – 214 с.
17. Коломин Ю.А., Филатов В.И. Экспериментальное изучение силы и скорости удара руками и ногами в спортивном каратэ. М.: ФиС, 2004. – 78 с.
18. Кузьмин, Е.С., Волков, Н.И. Энергетические характеристики единоборца. М.: ФиС, 1997. – 198 с.
19. Кабанов, М.М., Личко, А.Е. Методы комплексной диагностики и коррекции в спортивном единоборстве. М.: 2003. – 78 с.
20. Платонов В.Н. Адаптация в спорте. М.: ФиС, 1987. – 539 с.
21. Парыгин, Б.Д. Основы измерительной теории спорта. М., ФиС, 2005.- 155 с.