

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 «Адаптивная физическая культура, спорт и туризм»

(наименование кафедры)

49.03.01 «Физическая культура»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Физкультурное образование»

(направленность (профиль)/ специализация)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: «Биомеханические аспекты техники ударных движений в теннисе (на примере, кортового тенниса)»

Студентка

Е.Д. Аксьоненко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.А. Джалилов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.п.н., доцент А.А. Подлубная

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

на бакалаврскую работу Аксьоненко Елизаветы Дмитриевны по теме:  
«Биомеханические аспекты техники ударных движений в теннисе» (на  
примере, кортового тенниса)

Развитие современных спортивных игр идет по пути увеличения темпа и повышения эффективности игровых действий. Во многих исследованиях установлено, что уровень специальной двигательной подготовленности оказывает существенное влияние на решение задач технико-тактического обеспечения игровой деятельности, т. е. на результативность игры

В литературе специальная двигательная подготовленность (СДП) рассматривается в настоящее время как способность сохранять скорость передвижения, точность и силу ударов в течение всего игрового времени. Однако до сих пор практически нет информативных показателей, адекватно отражающих СДП спортсменов-теннисистов, не определена ее структура.

**Гипотеза.** Предполагается, что процентное содержание тех или иных технико-тактических действий (ТТД) и комбинаций в игре будет зависеть от стиля ведения игры, типа покрытия площадки, на которой проводится встреча.

**Результаты исследования.** Нами установлено, что общий уровень специальной двигательной подготовленности спортсмена может быть количественно оценен с помощью разработанного комплексного показателя (Ксдп), определяемого по критериям точности и надежности ударов, устойчивости точности и надежности ударов по отношению к дефициту времени, силе удара, скорости передвижения по площадке и устойчивости скорости передвижения при действии утомления.

Полученные результаты исследования обработаны методами математической статистики.

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

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНА</b> .....	6
1.1. Внешняя система управления движениями спортсмена.....	6
1.2. Биомеханические основы координации движений.....	7
1.3. Проблема помехоустойчивости движений человека.....	9
1.4. Проблема помехоустойчивости движений человека.....	11
1.5. Принцип оптимальности.....	12
1.6. Методы тестов для определения специальной тренированности.....	13
<b>ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	16
2.1. Методы исследования.....	16
2.2. Организация исследования.....	19
<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ</b> ...	20
3.1. Исследование структуры специальной двигательной подготовленности теннисистов.....	20
3.2. Механизм регуляции звеньев биокинематической цепи в теннисе.....	23
3.3. Критерии оценки точности техники удара в неординарных условиях игры.....	32
3.4. Количественная оценка стиля игры квалифицированных теннисистов...	35
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	40
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	42

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность работы.** Развитие современных спортивных игр идет по пути увеличения темпа и повышения эффективности игровых действий. Во многих исследованиях установлено, что уровень специальной двигательной подготовленности оказывает существенное влияние на решение задач технико-тактического обеспечения игровой деятельности, т. е. на результативность игры [1,4,19,21].

В литературе специальная двигательная подготовленность (СДП) рассматривается в настоящее время как способность сохранять скорость передвижения, точность и силу ударов в течение всего игрового времени. Однако до сих пор практически нет информативных показателей, адекватно отражающих СДП спортсменов-теннисистов, не определена ее структура.

**Объектом исследования** является структура специальной двигательной подготовленности теннисистов.

**Предметом исследования** выступают ударные движения в теннисе.

**Целью нашего исследования** явилось определение структуры специальной двигательной подготовленности (СДП) теннисистов и показателей, объективно характеризующих ее уровень.

**Задачи исследования.**

1. Определить структуру специальной двигательной подготовленности теннисистов.
2. Выявить механизм регуляции жесткости, фиксации звеньев кинематической цепи удара мяча в теннисе.
3. Разработать и экспериментально проверить эффективности методики количественной оценки стиля игры, характеризующей ее способность отражать быстролетающий мяч, так и точность попадания в цель.

**Гипотеза.** Предполагается, что процентное содержание тех или иных технико-тактических действий (ТТД) и комбинаций в игре будет зависеть от стиля ведения игры, типа покрытия площадки, на которой проводится встреча.

**Новизна.** Наибольшей информативностью обладают показатели точности ударов и скорости передвижения по площадке. Экспериментальная проверка подтвердила достоверное влияние специальной двигательной подготовленности спортсменов на их игровые результаты.

**Практическая значимость исследования.** Нами установлено, что общий уровень специальной двигательной подготовленности спортсмена может быть количественно оценен с помощью разработанного комплексного показателя (Ксдп), определяемого по критериям точности и надежности ударов, устойчивости точности и надежности ударов по отношению к дефициту времени, силе удара, скорости передвижения по площадке и устойчивости скорости передвижения при действии утомления.

# ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНА

## 1.1. Внешняя система управления движениями спортсмена

Среди причин противоречий, порождаемых в процессе совершенствования в движениях, одной из наиболее важных является уменьшение вариаций их характеристик при повышении кинетической энергии, связанное в свою очередь с ростом спортивной подготовленности и мастерства спортсмена. Г.И. Попов [2008] считает, что «режим силовых пиков связан с такими параметрами подготовки в двигательных действиях, как концентрация мышечной мощности, динамических и кинематических характеристик...». Как типичные проявления более качественного двигательного навыка они одновременно играют стабилизирующую роль в его упрочении.

В.М. Зациорский считает [1992], что выполнение «биомеханически эффективной и наиболее устойчивой техники физических упражнений...» приводит к закреплению двигательного действия. Устойчивость двигательного действия, представляющая в целом позитивное явление, несет в себе пропорционально негативное следствие в виде остановки роста спортивных результатов, которая связана с противоречиями, возникающими не только как следствие биомеханической эффективности, но и связанными с позитивными в целом физиологическими реакциями на выполнение двигательных средств. Рассмотрим закономерности адаптации к повышающейся интенсивности физических упражнений и к их возрастающим объемам, которые являются решающими условиями для освоения наиболее высокой степени тренированности. Физиологические реакции на высокие двигательные упражнения позволяют не только привыкать к сложным тренировочным режимам и противостоять срывающимся действиям утомления, но и вызывают упрощение всех технических параметров осваиваемых двигательных действий, что приводит к

устойчивости результатов. Негативное воздействие физиологической адаптации, органов систем организма спортсмена к высоким тренировочным средствам проявляется и в противоречиях, которые ограничивают возможности дальнейшего повышения уровня спортивно-технического мастерства из-за постоянного повторения тренировочных процессов, характеризующихся субмаксимальной и умеренной интенсивностью. Постоянство двигательных процессов, обеспечивая эффективность тренировочных средств и обеспечивая закономерную успешность на уровне умеренных критериев и некоторую вероятность высоких показателей спортивных достижений, стабилизирует ранее сформированное двигательное действие, ограничивая после каждого повторения возможности рационального освоения более высокой степени подготовки.

## **1.2. Биомеханические основы координации движений**

В биомеханике двигательной деятельности движения и действия состоит из множества структурных элементов (Н.А. Бернштейн, 1961). Достигается это благодаря многоуровневой иерархической системе построения движения, сенсорным коррекциям, которые конечным выходом имеют развитие сил в различных мышцах.

Н.А. Бернштейн утверждал, что мышечная система, является движущей силой опорно-двигательного аппарат человека в пространстве и времени, т.е. определяет его скорости и направлении силы. В двигательной деятельности человека присутствует следующие виды сил: сила инерции, реакции опоры и сил тяжести, развиваемых уступающе-преодолеваем режиме работы мышц. При перемещениях мощность, развиваемая мышечной системой, усиливает силы реакции и силы внешнего воздействия равнодействующей, обеспечивающей организму нужные характеристики перемещения. Координация движения достигается за счет уравнивания действующих сил. Нервная система может управлять лишь мышечными силами. В.Л. Уткин [1997], подчеркивает, «строение двигательной системы таково, что даже действие в биокинематических звеньях с локальной степенью свободы

требует двигательной активности крупных мышц...». Если с биомеханического аспекта рассмотреть управления силой, критериями которой являются мощность и степень свободы биокинематической цепи. Я.М. Коц [1997] считает, «что центральная нервная система регулирует процесс, управления деятельностью мышц осуществляя строгий контроль, обеспечивая относительную независимость регуляции отдельных признаков двигательных действий...». Г.И. Попов [2008], считает, что «такое различие проявляется и в различии биомеханических критериев активности двигательных единиц: силе и мощности сокращения мышечной системы...». Некоторые исследователи считают, что независимость регуляции достигается даже активизацией различных двигательных единиц, а нервная система обеспечивает определенный диапазон регуляции параметров движения.

И.П. Ратов [1997] считает, что «чрезмерное, в тоже время слабое действие двигательных единиц может нарушить необходимого параметра сокращения групп мышц и тем самым снизить уровень структуры всего движения, в то же время с сократительными резервами рабочих мышц совершенно необходимо учитывать координационные процессы...». В одних положениях требуемый запас деятельности может ограничиваться силой сокращения групп мышц, в других – координацией вовлечения в работу избирательно комплекса двигательных единиц.

С этой точки зрения интересны исследования И.П. Ратова [1992], который анализировал «межмышечная координация», суть которого заключается в оптимальном согласовании и структурности уровней напряжений различных мышечных групп.

Уровня активности мышц взаимосвязаны и обуславливают друг друга: любое дополнительное повышение уровня активности какой-либо мышцы в системе напряженных мышц обеспечивается соответствующим падением активности каких-то других. Анализ экспериментальных материалов показал, что излишняя активность мышц может вызывать ухудшение результативности движений в следующих основных случаях:



- чрезмерное напряжение второстепенной мышцы приводит к превращению ее в «ведущий элемент» системности межмышечных координационных отношений, соответствующей данной фазе движений. Это приводит к перестройке системы межмышечных взаимосвязей, характеризующейся определенным порядком соотношений уровней мышечных напряжений, вследствие чего искажается последовательность построения движения;

- чрезмерное напряжение мышцы, играющей роль «ведущего элемента» в необходимом лимите действия, увеличивает время ее релаксации, что в свою очередь противодействует мгновенному повышению активности локальной мышцы, которая должна стать «ведущим элементом» в следующей фазе;

- излишнее или же несвоевременное напряжение какой-либо из быстро активизирующихся мышц приводит к соответственному уменьшению уровня активности глобальных мышц и падению величины их внешнего рабочего эффекта. И.П. Ратов [1974] доказал, что излишняя или несвоевременная активность относительно мелких по своему поперечнику мышц, обладающих свойством активизироваться быстрее других мышц и с большей вероятностью «подключаться» к выполнению движений, является причиной, вызывающей падение уровня активности крупных, но медленно активизирующихся мышц.

Следует обратить особое внимание на последний случай, так как большинство технических ошибок порождает именно такая ситуация. Если во время выполнения движения преждевременно активизируются должного уровня напряжения, а значит, падает внешний силовой эффект от их работы.

### **1.3. Определение основных понятий помехоустойчивости в спорте**

Термин помехоустойчивость введен в инженерную психологию, эргономику, космическую медицину и теорию спорта сравнительно недавно; его прямое назначение связано с радиоэлектроникой, где помехоустойчивость рассматривается с точки зрения выделения полезного

сигнала при действии помех (шумов) радиоприемное устройство. В этой связи изучение проблемы помехоустойчивости являлось до настоящего времени прерогативой психологии, рассматривающей ее в аспектах устойчивости психологических процессов. Не исключая такую интерпретацию помехоустойчивости, в настоящее время имеются основания, опираясь на теорию функциональных систем [1,3], рассматривать помехоустойчивость значительно шире. При этом следует полагать, что любой измеряемый результат деятельности человека может рассматриваться в плане устойчивости целостной биологической системы к воздействию различных факторов.

Система «человек – цель» (СЧЦ). Данная система представляет собой единство таких подсистем, как человек, связующее звено и цель.

Исследованию сложных систем, в которых в качестве активной подсистемы выступает человек, посвящены работы Б. Ф. Ломова, М. И. Бобневой и др. Основной особенностью таких систем является приспособление к различным сложным устройствам. Если в таких системах предполагается непрерывный процесс совершенствования обеих подсистем, то в СЧЦ в силу определенной константности второй и третьей подсистем (связующее звено, цель) основное внимание концентрируется на совершенствовании первой подсистемы, что и относится к области педагогики и, в частности, к спортивной тренировке. Эта подсистема носит активно-приспособительный характер, что и определяет ее функционирование, регуляцию и возможность совершенствования. Данной подсистеме свойственны основные закономерности биологических систем управления: автоматизированный поиск, многоконтурность каналов связи, целостность, адаптивность и др. Вместе с тем вторая подсистема (связующее звено), несмотря на стабильность ряда своих параметров (вес метаемого или бросаемого снаряда, оружия), имеет ряд переменных, связанных с качественными особенностями спортивного инвентаря. Третью подсистему – цель также характеризует ряд таких изменяющихся признаков, как

стационарность или перемещаемость в пространстве, угол расположения к горизонту, очерченность и рельефность.

Таким образом, СЧЦ можно определить как целостную, динамическую активно-поисковую функциональную систему управления, ведущую роль, в которой играет первая подсистема.

Сбивающие факторы. Следует отметить, что помехоустойчивость движений человека в условиях спортивных состязаний зависит от многих переменных и действия различных сбивающих факторов [4, 5, 6].

Авторы ряда работ, касаясь точностных движений, дают весьма обобщенную их характеристику, отмечая при этом, что для воспроизведения таких движений необходима координация усилий в пространстве и времени [7,9,11]. Однако данные характеристики лежат в основе двигательной координации любого двигательного упражнения: бега, ходьбы, метаний и т. п. С другой стороны, под точностными движениями понимается наличие не только отмеченной выше совокупности, но и их результирующего эффекта. [12, 9, 11].

#### **1.4. Проблема помехоустойчивости движений человека**

В инженерной психологии помехоустойчивость рассматривается применительно к деятельности человека – оператора, работа которого часто протекает в экстремальных условиях при действии различных сильных возмущений.

Изучению деятельности человека в условиях действия помех посвящен целый ряд работ [2,3,10,13]. Широко изучается проблема помехоустойчивости в космической психологии и медицине, где операторская деятельность протекает в экстремальных условиях при действии таких факторов, как гипокинезия, гипоксия, гиперкапния, невесомость, что приводит к утомлению и рассогласованию функций организма [1,10,19].

При этом нарушаются длительность опорных и безопорных фаз во время бега [3,17,20], величина усилий при педалировании [33],

биодинамическая структура техники борца [18], точность укола фехтовальщика [22] и точность поражения цели в спортивных играх [11]. В многочисленных исследованиях [11] было выявлено, что наиболее чувствительными индикаторами к действию экзогенных и эндогенных факторов являются точноно – целевые движения, связанные с поражением цели, и их результирующие показатели (передачи, удары, броски), применяемые в спортивных играх и единоборствах.

Нужно отметить, что все точноно-целевые движения человека осуществляется по принципу функционирования в системе «человек – цель», где активной подсистемой является человек с его индивидуальными особенностями и способностями.

Прежде всего, обращает на себя внимание тот факт, что только у человека в ходе его исторического развития метательные движения и движения, связанные с наведением оружия на цель, достигли поразительного совершенства. Это проявляется, во-первых, в высокоразвитых анализаторных системах, воспринимающих информацию о месте расположения цели, и во-вторых, в органах исполнения (нервно-мышечном и костно-связочном аппаратах), кинематические цепи и степени свободы которых как нельзя лучше приспособлены к выполнению метательно – бросковых движений.

### **1.5. Принцип оптимальности**

Центральной и самой трудной проблемой является формулировка адекватного критерия оптимальности. Основу подходов к выбору такого критерия составляет анализ наиболее существенных закономерностей рассматриваемого процесса. Совпадение теоретических результатов, вытекающих из математической модели, и наблюдаемых величин рассматривается как естественнонаучное доказательство предложенного критерия.

Описанный метод построения теории оптимальных биологических процессов нашел особенно четкое выражение в так называемом принципе адекватной конструкции, предложенном N. Rashevsky [1960]. Этот принцип в

формулировке Р. Розена [1996] гласит: «Организмы, обладающие биологической структурой, оптимальной в отношении естественного отбора, оптимальны также в том смысле, что они минимизируют некоторую оценочную функцию, определяемую, исходя из характеристик окружающей среды». Другими словами, утверждается, что оптимальная величина биологического параметра может быть найдена путем поиска экстремума соответствующей функции (или функционала), выражающей критерий оптимальности. В работах, посвященных биологической оптимальности, применены различные критерии, в том числе условия минимума гидродинамического сопротивления сосудов [Cohn D., 1954], минимума потребления энергии физиологическими системами [Ханин М.А., Бухаров И.Б., 1970], минимума механической мощности, развиваемой мышцами [Otis A.B., Fehn W.O., Rahn H., 1950], минимума затрат энергии на формирование биологической структуры и ее функционирование, максимума относительной скорости роста численности популяции (критерий Фишера) [Fisher R.A. 1930], а также более сложные критерии [Yamashiro S.M., Grodins F.S., 1971; Namalainen R.P., 1978].

Критерий, аналогичные критерию Фишера, в виде, соответствующем оптимизации параметров биосистемы, был предложен Д.Б. Холдейном в 1935г.

На основе критериев оптимальности были определены величины многих структурных и функциональных параметров, находившиеся в соответствии с наблюдаемыми значениями. В числе этих параметров – диаметры сосудов и бронхов при бифуркации, углы разветвления, частота дыхания, расход крови через систему кровообращения, напряжение кислорода в артериальной и венозной крови, функция роста и др.

#### **1.6. Методы тестов для определения специальной тренированности**

Из приведенного анализа следует, что в большинстве тестов измеряется частота пульса и применяются упражнения из соответствующего вида спорта. лишь в немногих случаях испытывались техника, сила рук,

прыгучесть без измерения пульса. Большинство авторов сходится на том, что специальную тренированность следует выявлять комплексными методами тестирования (подсчет пульса и упражнение из данного вида спорта).

Применение методы тестирования имеют следующие общие черты:

1. Выбор упражнений различается в соответствии с видом спорта.
2. Упражнения выбираются с расчетом на выявление техники, силы рук, прыгучести, спринтерской выносливости, скоростной выносливости, меткости в связи с частотой пульса до и после нагрузки.

В методах тестирования обнаруживаются следующие различия:

1. Способы измерения пульса до нагрузки различны (сидя, стоя).
2. Способы измерения пульса после нагрузки различны (сразу; через 1,2 или 3 мин. после нагрузки).
3. Время нагрузки различной длительности.
4. Различна интенсивность нагрузки.
5. Некоторые авторы применяют различные методы тестирования в отдельных периодах тренировки (подготовительный период, соревновательный период).
6. Оценка результатов, а также их толкование различны.
7. В самих методах тестирования обнаруживаются различия.

Из сказанного можно сделать анализ, что известные до сих пор методы тестирования еще не могут гарантировать относительно точную оценку специальной тренированности.

Разнообразие методов тестирования, различия в выборе упражнений, отличия в оценке и толкования результатов не позволяют реально оценивать развитие достижений спортсмена на протяжении всего процесса тренировки. Вследствие этого невозможно также разработать показатели, которые были бы действительны для трех периодов подготовки в данном виде спорта или спортивной дисциплине для всех спортсменов этого вида спорта.

В отдельных спортивных федерациях в последнее время стараются разработать такие методы тестирования, которыми можно было бы лучше

определить тренированность спортсмена и его способность к достижениям. Получение показателей с помощью соответствующих методов тестирования имеет крайне важное значение для всего тренировочного процесса и отбора талантов.

Ждут своего решения еще и следующие вопросы:

1. Как совершенствуются технические навыки?
2. Совершенствуются ли все навыки с одинаковой быстротой?
3. Какие нормативы спортсмен должен выполнить на этапе основной спортивной подготовки, чтобы он мог приступить к специальной тренировке?
4. Совпадают ли результаты, показываемые в тренировке и в соревнованиях?

## **ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1. Методы исследования:**

1. Анализ литературы
2. Тестирование
3. Инструментальный контроль
4. Анкетный опрос
5. Педагогический эксперимент
6. Статистический аппарат

#### **Анализ литературы**

В литературе специальная двигательная подготовленность (СДП) рассматривается в настоящее время как способность сохранять скорость передвижения, точность и силу ударов в течение всего игрового времени. Однако до сих пор практически нет информативных показателей, адекватно отражающих СДП спортсменов-теннисистов, не определена ее структура.

#### **Тестирование**

При решении поставленной задачи проводились наблюдения за соревновательной деятельностью со специально разработанной стенографической записью [5], которые велись на всех 15 основных турнирах, проходивших в нашей стране, на медленном и быстрых покрытиях. Всего было записано и проанализировано 22 встречи. В ходе исследования был использован метод экспертных оценок. Полученные результаты обработаны с помощью методов математической статистики.

Обследования включали в себя получение различных характеристик точности, надежности, силы некоторых типов ударов и подач теннисистов, а также показателей скорости передвижения по площадке. При определении показателей качества совершения ударов и подач каждый испытуемый выполнял 520 ударов 14 способами (12 типов ударов и 2 типа подач, наиболее распространенных в игровой деятельности квалифицированных теннисистов). Мячи для совершения ударов набрасывались по сигналу метронома в среднеигровом темпе с интервалами 2,5 с. Перед игроком



ставилась задача попасть в мишени, расположенные в углах и вдоль боковых линий площадки. С целью максимального приближения условий тестирования к игровым удары производились в двух двигательных режимах: статике (почти стоя на месте, лишь незначительно меняя местоположение для занятия более удобного исходного положения перед ударом) и динамике (игроки после удара передвигались в игровой центр площадки и обратно к месту нанесения удара).

Точность ударов и подач определялась по вероятности попадания в мишени, а надежность по вероятности безошибочного их выполнения. Сила удара измерялась дальностью «силовых» ударов (высоко-далеких), когда мяч следовало послать как можно дальше к задней линии поля. Устойчивость точности и надежности ударов по отношению к дефициту времени характеризовалась тем, насколько хуже игрок выполняет удары в усложненных условиях (в динамике) по сравнению с идеальными (в статике).

Скорость передвижения по площадке фиксировалась при челночных перемещениях. Максимальная скорость при преодолении 6 отрезков по диагонали и поперек поля, скорость передвижения при действии утомления 20 отрезков. Устойчивость скорости передвижения к действию утомления оценивать отношением средней скорости на 20 отрезках к скорости на 6 отрезках.

Тестированию подверглись 18 теннисистов (10 мальчиков и 8 девочек) 10-16 лет со стажем занятий от двух лет, квалификация - от III разряда до кмс. Все испытуемые были разделены на четыре возрастные группы: 1-я – 16-17 лет, 2-я – 14-15 лет, 3-я – 12-13 лет, 4-я – 10-11 лет.

### **Инструментальный контроль**

С целью снижения трудоемкости, получения значений вышеуказанных характеристик применялись различные технические устройства, объединенные в автоматизированную систему (рисунок). Для регистрации временных показателей передвижений использовалось устройство,

содержащее контактные платформы кнопочного типа. Данные качества выполнения ударов фиксировались с помощью «сигнализатора звука», преобразовывавшего звуковые сигналы с акустических датчиков, установленных на мишенях, в электрические.

### **Анкетный опрос**

Для решения поставленных задач было проведено научное исследование, мы анализировали научно-методическую литературу по изучаемой проблеме и осуществляли анкетирование. Составленная по результатам анализа литературы анкета содержала вопросы по структуре СДП квалифицированных теннисистов. Анкета распространялась в период III Всероссийских юношеских игр. На нее отвечали 25 ведущих тренеров страны.

### **Педагогический эксперимент**

Структура опытной работы рассматривалась в трех сериях.

В первой серии (2015-2016) эксперимента проводилось обобщение и анализ научных факторов оценки биомеханики соревновательной деятельности и ударных движений в кортовом теннисе.

Во второй серии (2016-2017) эксперимента была определена экспериментальная база и контингент испытуемых и методика исследования.

Третья серия (2017-2018) была посвящена обработке опытного материала и разработке педагогических рекомендаций.

### **Статистический аппарат**

Полученные в процессе исследования все данные выводились на цифропечатающее устройство и перфоленту старт-стопного телеграфного аппарата и обрабатывались на компьютере по составленным прикладным программам, а также с помощью методов корреляционного, факторного и дискриминантного анализов.

## 2.2. Организация исследования

Для экспериментальной проверки модели управления жесткостью фиксации звеньев кинематической цепи удара в теннисе был проведен эксперимент.

В процессе исследования (сентябрь 2015 г. - март 2018 г.) проводилось педагогическое тестирование, в котором участвовали 38 игроков города Тольятти (6 - мастера спорта России, 14 – кандидатов в мастера спорта, 18 – спортсмены I разряда).

Испытуемые выполняли удары мяча на опоре сверху с тремя видами установок: 1) удары с установкой «на опережение», т. е. как можно быстрее; 2) удары «на затяжку», т.е. как при метании копья, последовательно передавая количество движения от нижних (массивных) звеньев тела к верхним; 3) удары мяча не в полную силу.

Управление жесткостью фиксации звеньев кинематической цепи исследовалось, на примере работы локтевого сустава регистрировались ускорения центров масс плеча и предплечья в сагиттальной плоскости. Помимо этого два акселерометра были установлены на коленных суставах испытуемых. Синхронно регистрировалась тензодинамограмма вертикальных усилий игрока.

Полученные в эксперименте акселерограммы ударов с тремя видами установок подтверждают теоретическую модель регуляции жесткости фиксации звеньев кинематической цепи в момент удара, описанную выше.

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### 3.1. Исследование структуры специальной двигательной

#### подготовленности теннисистов

Анализ литературы и анкетирование выявили, что наиболее значимыми параметрами СДП теннисистов являются точность, надежность и сила ударов, скорость передвижения по площадке и умение поддерживать эти параметры на высоком уровне при сбивающих факторах: утомлении, дефиците времени на выполнение игрового действия и т.д. Путем математической обработки результатов обследования были окончательно отобраны семь основных суммарных показателей СДП: 1) точность ударов и подач в двух режимах, 2) устойчивость точности ударов по отношению к дефициту времени, 3) надежность ударов и подач в двух режимах, 4) устойчивость надежности ударов по отношению к дефициту времени, 5) сила ударов в двух режимах, 6) скорость передвижения по площадке (включает максимальную скорость по диагонали и поперек поля и скорость при действии утомления также по диагонали и поперек поля), 7) устойчивость скорости передвижения к действию утомления.

По результатам дискриминантного анализа каждому показателю в зависимости от информативности был присвоен коэффициент значимости (весомости) -  $r$ : точность ударов и подач ( $r = 0,2$ ); скорость передвижения по площадке ( $r = 0,2$ ); устойчивость точности ударов ( $r = 0,15$ ); сила удара ( $r = 0,15$ ); надежность ударов и подач, устойчивость надежности ударов и устойчивость скорости передвижения ( $r = 0,1$ ). Это позволило для количественной оценки общего уровня СДП спортсменов разработать комплексный показатель ( $K_{сдп}$ ), который представляет собой функцию суммарных показателей с учетом их коэффициентов значимости:

$$K_{сдп} = \sum M_i W_i,$$

где  $n$  - количество суммарных показателей;  $M_i$  - значение  $i$ -го суммарного показателя;  $W_i$  - коэффициент значимости  $i$ -го суммарного показателя.

Расчет корреляционной взаимосвязи между комплексным показателем уровня СДП и классификационным рейтингом (порядковым номером спортсмена по результатам выступлений в соревнованиях текущего сезона) спортсмена подтвердил достоверное влияние СДП на спортивный результат ( $r = 0,71$  - у I разряда и  $r = 0,58$  - у КМС, и МС России, при  $P < 0,05$ ).

Для определения структуры СДП квалифицированных спортсменов проводился факторный анализ наиболее значимых показателей, было выделено три обобщенных фактора. Вклады факторов и наиболее значимые веса показателей представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Наиболее значимые факторные веса показателей специальной  
двигательной подготовленности

Показатели	КМС и МС			I разряд		
	Факторы					
	I	II	III	I	II	III
Точность ударов	-31	-23	-23	-	-27	-20
в статике	-22	-28	-27	-27	-28	-26
в динамике	-34	-20	-24	-	-34	-30
Точность подач	-	-33	-	-	-	-
Устойчивость точности	-	-	-	-	-	-31
Надежность ударов	-	-36	-32	28	-31	37
в статике	-32	-43	-36	26	34	36
в динамике	-24	-	32	-	27	29

Продолжение таблицы 1.

Надежность подач	-	-	-	-24	-	-43
Устойчивость надежности	28	30	-	26	23	-30
Скорость передвижения по диагонали площадки	-	-29	-	-	-	-
Скорость передвижения поперек площадки	-21	-	-	-	-	-
Устойчивость скорости передвижения	-	-	-	-	25	-
Сила удара	-	-	-	-	22	-

Примечание. Прочерками обозначены показатели с незначительными факторными весами.

Результаты факторного анализа свидетельствуют о том, что структура СДП спортсменов высших разрядов (МС и КМС) является более сложной (вклад показателей в общую дисперсию выборки - 69,5 %), чем у спортсменов I разряда (вклад - 95,8 %). В самой структуре СДП спортсменов различной квалификации тоже наблюдаются существенные отличия. Так, у игроков I разряда по первому фактору наибольшие веса получили показатели надежности ударов и подач. Это дает основание предположить, что достижение результата у игроков данной квалификации обеспечивается в основном безошибочностью совершения ударов. Поэтому

этот фактор интерпретирован нами как «надежность ударов и подач». У спортсменов более высокого класса (МС и КМС) в первом факторе наибольшие веса получили показатели точности, надежности ударов, скорости передвижения и показатели устойчивости, т.е. большинство отобранных показателей. Высокий вес комплексного показателя уровня СДП в данном факторе позволил обозначить его как фактор, «определяющий уровень СДП» спортсменов. Интересно, что по второму фактору в группах наблюдается обратная картина. Если у перворазрядников второй фактор можно обозначить как «определяющий уровень СДП», то у МС и КМС в него вошли в основном показатели качества выполнения ударов и скорости передвижения (фактор «надежности»). Третий фактор у игроков обеих групп составили показатели точности и надежности совершения ударов, как в идеальных условиях, так и при дефиците времени, поэтому он был определен как фактор «качества выполнения ударов».

Итак, нами установлено, что общий уровень специальной двигательной подготовленности спортсмена может быть количественно оценен с помощью разработанного комплексного показателя (Ксдп), определяемого по критериям точности и надежности ударов, устойчивости точности и надежности ударов по отношению к дефициту времени, силе удара, скорости передвижения по площадке и устойчивости скорости передвижения при действии утомления. Наибольшей информативностью обладают показатели точности ударов и скорости передвижения по площадке. Экспериментальная проверка подтвердила достоверное влияние специальной двигательной подготовленности спортсменов на их игровые результаты.

### **3.2. Механизм регуляции звеньев биокинематической цепи в теннисе**

Управляющие воздействия нервных центров на мышечный аппарат спортсмена зависят от особенностей механического взаимодействия тела человека со средой. В каждом конкретном движении используются свои, отличительные механизмы его построения, посредством которых происходит

использование энергии биомеханической системы с целью достижения полезного результата.

В движении типа удара мяча в теннисе действуют и общие с другими видами движений, и специфические механизмы его построения. Общим для всех перемещающих движений является механизм передачи количества движений ( $mv$ ) от массивных звеньев тела к менее массивным и далее - к снаряду. Такой механизм есть и в гандбольном броске мяча. На рис. 1. показана схема последовательного нарастания скорости звеньев в момент удара, начиная от плеча к кисти по механизму передачи количества движения от более массивных звеньев тела к менее массивным.

Эта схема построения имеет место лишь в спортивных метаниях, где время выполнения удара не ограничено. В теннисе же время выполнения удара зависит от тактической ситуации, складывающейся на площадке.

Механизм передачи энергии в системе будет видоизменяться в зависимости от времени удара. Рассмотрим в несколько упрощенном виде поведение верхней части кинематической (плечо, предплечье, кисть) при изменяющемся времени для выполнения удара. Схема этих трех звеньев с мышечными тягами между ними изображена на рис. 2. Удары можно выполнить при условиях, если времени для силового удара в процессе игры: а) больше, чем необходимо для полного разворачивания механизма по схеме на рис. 1, и б) меньше, чем надо для разворачивания этого механизма.

При первом условии следует своевременно «включить» в работу механизм передачи количества движения (см. рис. 1). В данном случае удар мяча через сетку будет и технически эффективным и тактически своевременным. При условии же ограничения времени для выполнения удара возможны два варианта построения движения кинематической цепи. Схема первого варианта представлена на рис. 3. В этом случае более быстрое выполнение удара возможно при более коротких по времени периодах развития скорости, т. е. должны быть выше ускорения.



Но данный вариант поведения системы невозможен, так как возрастанию ускорения звеньев должны соответствовать больше силовые свойства мышц, а удары мяча высококвалифицированными теннисистами выполняется и так на пределе силовых возможностей.

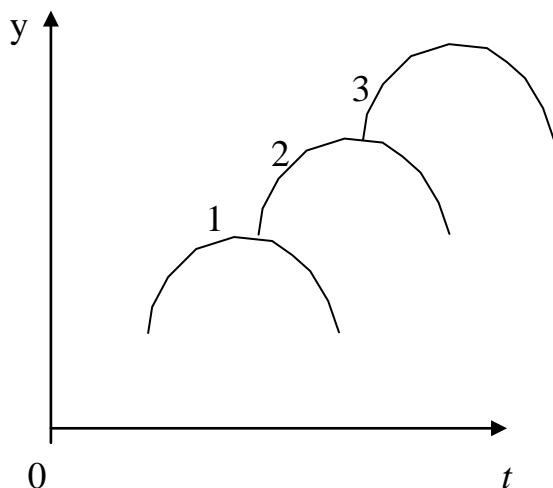


Рис. 1. Схема взаимосвязи скоростей звеньев руки при ударе «броскового» типа

1 - плечо, 2 - предплечье, 3 - кисть. По оси абсцисс - время; по оси ординат - скорость.

Условные обозначения верны и для рис. 2 - 5.

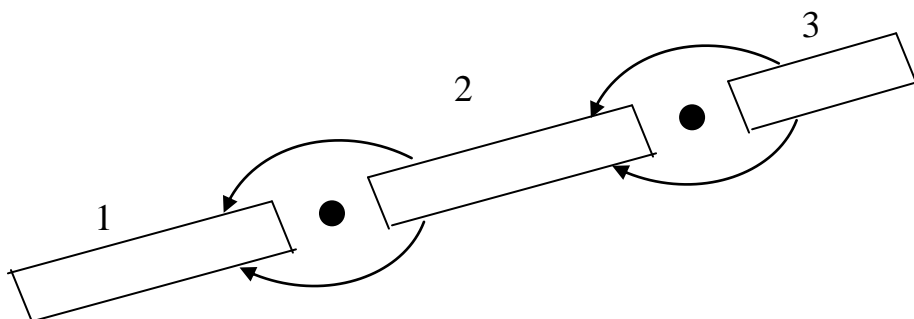


Рис. 2. Модель руки как кинематической цепи

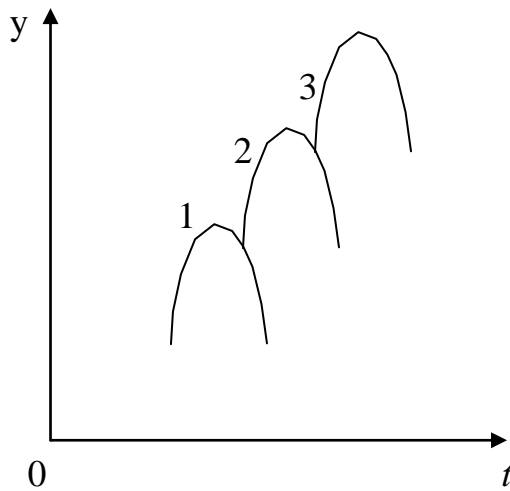


Рис. 3. Схема взаимосвязи скоростей звеньев руки при увеличенном ускорении звеньев

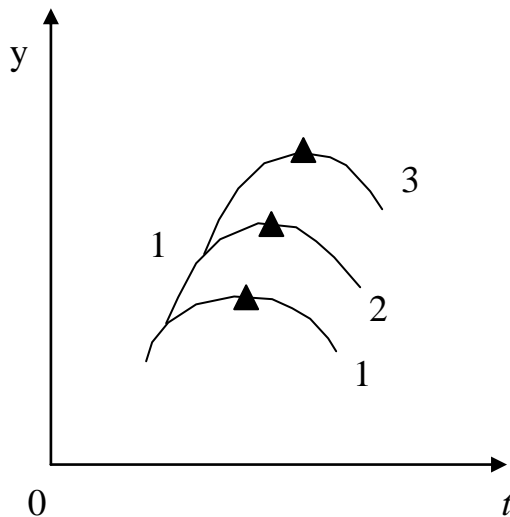


Рис. 4. Схема взаимосвязи скоростей звеньев руки при сдвиге максимумов скоростей к началу удара

Второй вариант выполнения удара мяча при ограничении времени для его выполнения дан на рис. 4. При этом варианте к началу удара происходит сдвиг максимумов скоростей последующих суставов по отношению к кривой

Отмечены максимумы скоростей звеньев, что справедливо и для рис. 5.

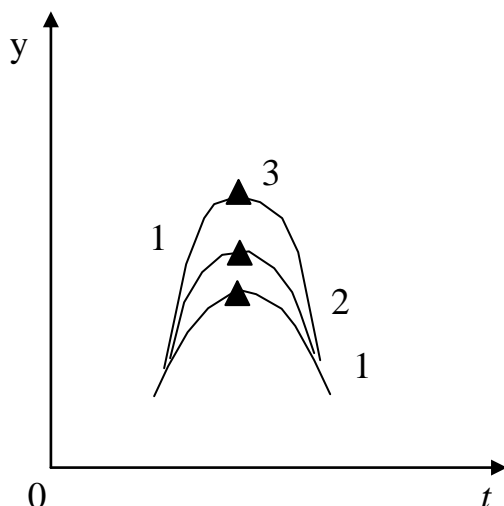


Рис. 5. Схема взаимосвязи скоростей звеньев руки при совпадении максимумов скоростей в момент удара.

скорости предыдущего сустава. Более раннее включение в работу последующего сустава возможно за счет большей вращательной жесткости в суставе вследствие работы мышц-антагонистов, окружающих его. Причем по ходу удара возможна фиксация как одного, так и нескольких суставов одновременно. Изменяя жесткость фиксации звеньев кинематической цепи в момент удара, можно управлять временем его выполнения.

Следовательно, допустимы два крайних варианта фиксации звеньев кинематической цепи в момент удара. В первом - все суставы кинематической цепи жестко зафиксированы (рис. 5). В момент с удара происходит максимальный выигрыш во времени его выполнения, фактически без передачи количества движения с сустава на сустав, и максимальный проигрыш в скорости конечного звена. Во втором - нет фиксации звеньев, и ударное движение строится по схеме, изображенной на рис. 1. Все пространство возможных сочетаний жесткости, фиксации звеньев кинематической цепи мышцами-антагонистами располагается между этими двумя крайними вариантами построения ударного движения. Причем с уменьшением времени, отводимого для удара тактической ситуацией,

количество, жестко зафиксированных звеньев, а также величина их фиксации должны становиться больше, требование же к силе, осуществляющей вращение в проксимальном суставе, выше.

В действительности же в определенной мере в построении ударного движения проявляется и действие звеньев, которое изображено на рис. 3. Построение ударного движения в этом случае возможно за счет дополнительной психической мотивации игрока в момент удара. Удар мяча в меньшее время допустим тогда, когда в ударное движение вовлекается не вся длина кинематической цепи, т. е. удар мяча производится, например, только кистью. Варианты ударов, при которых используется не вся длина кинематической цепи, мало характерны для удара в теннисе, и рассматриваться в этой работе не будут (условия не позволяет), хотя этот механизм используется в теннисе, например, в тактических действиях.

Для экспериментальной проверки модели управления жесткостью фиксации звеньев кинематической цепи удара в теннисе был проведен эксперимент.

Испытуемые выполняли удары мяча на опоре сверху с тремя видами установок: 1) удары с установкой «на опережение», т. е. как можно быстрее; 2) удары «на затяжку», т. е. как при метании копья, последовательно передавая количество движения от нижних (массивных) звеньев тела к верхним; 3) удары мяча не в полную силу.

Управление жесткостью фиксации звеньев кинематической цепи исследовалось, на примере работы локтевого сустава регистрировались ускорения центров масс плеча и предплечья в сагиттальной плоскости. Помимо этого два акселерометра были установлены на коленных суставах испытуемых. Синхронно регистрировалась тензодинамограмма вертикальных усилий игрока.

Полученные в эксперименте акселерограммы ударов с тремя видами установок подтверждают теоретическую модель регуляции жесткости фиксации звеньев кинематической цепи в момент удара, описанную выше.

Для доказательства того, что регуляция жесткости кинематической цепи происходит путем закрепления суставов кинематической цепи мышцами-антагонистами, был проведен эксперимент с записью биотоков мышц локтевого сустава в момент удара. По характеру биотоков двуглавой и трехглавой мышц плеча в ударах с тремя установками наблюдалась одновременная активность антагонистов в основной фазе удара (фазе «тяги»). Были получены величины максимальной суммарной электрической активности мышц за 0,04 с при трех способах ударов в основной фазе движения. При ударе в опоре сверху: для двуглавой – 34 МВ, для трехглавой – 16 МВ, при передаче в опоре сверху - соответственно 7 МВ и 14 МВ, при ударе в опоре сверху на опережение для двуглавой мышцы – 26 МВ, для трехглавой – 19 МВ. Эти результаты показывают, что величина электрической активности мышц в момент передачи мяча меньше, чем в ударе мяча. Суммарная активность трехглавой мышцы в передаче по амплитуде больше, чем двуглавой мышцы, а в ударе – наоборот, что говорит о большей жесткостной характеристике сустава, чем в тактическом обмане (ударе).

Анализ электрической активности мышц в ударах показал, что если характер активности трехглавой мышцы в обоих способах удара сходен, т. е. вначале идет подъем, а затем спад активности (после выпуска мяча), то активность двуглавой мышцы в ударе мяча по типу метания копья вначале значительная, а перед выпуском – отсутствует. Это связано с характером работы локтевого сустава, где идет сгибание-разгибание для передачи количества движения с плеча на предплечье. В ударе же «на опережение» проявляется одновременная активность мышц-антагонистов, нарастающая и спадающая совместно. Это говорит о том, что мышцы в данном ударе работают на повышение жесткости локтевого сустава в момент удара. Отсутствие сгибательно-разгибательного движения в локтевом суставе в ударе с установкой «на опережение», а по существу на повышение жесткости

в суставе, подтверждается также полученными данными гониографии локтевого сустава в момент удара.

Таблица 2.

Данные тестирования регуляции жесткости, фиксации звеньев кинематической цепи

Группа	Испытуемые	Разряд	Время удара, мс			t – различие, по Стьюденту		
			1	2	3	t <sub>1-2</sub>	t <sub>2-3</sub>	t <sub>3-1</sub>
Занимающиеся	К. А.	1	213±22	130±16	393±71	3,04	3,62	2,42
	Г. Г.	1	173±10	56±03	258±24	11,12	3,33	3,25
Не занимающиеся	К. Н.	–	112±05	125±05	133±11	–	0,652	1,75
	Ю. В.	–	214±11	291±29	238±66	–	–	0,35

Примечание. 1 – обычный удар; 2 – «на опережение»; 3 – с задержкой.

В таблице подчеркнуты пары ударов, имеющие достоверное отличие по времени выполнения (при  $p < 0,05$ ). Прочерком отмечены пары ударов, установки в которых выполнены неправильно, например, если удар с установкой «на опережение» оказался по времени продолжительнее удара без установки.

Далее, опираясь на экспериментальные результаты, рассмотрим регуляцию времени удара на уровне длины всей кинематической цепи. Меняя уровень жесткостной организации звеньев всей кинематической цепи, игрок регулирует тем самым время выполнения удара. Измеряя время основной фазы удара, косвенно можно оценить степень владения навыком регуляции жесткости фиксации звеньев кинематической цепи в ударе у игрока. В таблице представлены результаты эксперимента по определению

умения управлять жесткостью фиксации звеньев на уровне всей кинематической цепи в ударе занимающимися и не занимающимися кортовым теннисом.

Из данных таблицы видно, что занимающиеся кортовым теннисом владеют способностью регулировать жесткость кинематической цепи в момент удара, что особенно ярко выражено у испытуемого Г. Г-ва. ( $P < 0,001$ ). Испытуемые, не занимающиеся кортовым теннисом, этой способностью не обладают. В частности, у испытуемого Ю. В-ва. можно констатировать полное отсутствие способности управлять временем удара и, следовательно, управлять жесткостью фиксации звеньев кинематической цепи в момент удара.

Материалы эксперимента у теннисистов по регуляции жесткости фиксации звеньев в ударе позволяют говорить о том, что этот параметр регулируется не только на уровне одного сустава, что было показано выше, но и на уровне всей кинематической цепи.

Сравнение результатов занимающихся и не занимающихся кортовым теннисом показывает, что способность управлять жесткостью фиксации звеньев кинематической цепи в ударе развивается с тренировкой.

Итак, в управлении движениями в момент удара мяча в теннисе используется механизм регуляции жесткости фиксации звеньев кинематической цепи, производящей удар.

Представляет интерес рассмотреть вопрос о взаимосвязи механизмов регуляции суставной жесткости и механизма передачи количества движения в системе звеньев при ударе мяча. Ответ может касаться двух аспектов: теоретического - какова связь, этих механизмов между собой в построении конкретного ударного движения; практического - какова взаимосвязь этих механизмов в процессе их становления и развития, т. е. в какой последовательности их лучше и нужно осваивать при обучении ударам мяча.

Механизм регуляции суставной жесткости кинематической цепи влияет на степень развертывания процесса передачи, количества движения во

времени между двумя крайними вариантами (рис. 1 и 5). Первичным является механизм передачи количества движения, так как регулировать жесткость фиксации звеньев можно только в том случае, если биомеханическая структура ударов с построением движения по типу двух крайних вариантов (рис. 1 и 5) уже сформулирована.

Механизм регуляции суставной жесткости – более общий, а механизм передачи количества движения является его частным случаем, его крайним вариантом. Взаимосвязь между этими механизмами в процессе становления техники удара такова, что, владея навыком регуляции жесткости фиксации звеньев кинематической цепи, игрок сможет ударить мяч, используя механизм передачи количества движения. Но владея навыком передачи количества движения от более массивных звеньев тела к менее массивным, игрок не обязательно будет способен регулировать жесткость фиксации звеньев кинематической цепи, так как помимо этого необходимо еще владеть умением ударить мяч при жесткой фиксации звеньев кинематической цепи в момент риска.

Таким образом, механизм регуляции суставной жесткости, просматривающийся в закономерности управления временем удара – это неотъемлемая часть техники удара мяча в кортовом теннисе.

### **3.3. Критерии оценки точности техники удара в неординарных условиях игры**

Для дополнения системы педагогического контроля за состоянием и подготовленностью юных теннисистов была предпринята попытка разработать тесты, отвечающие специфике требований, предъявляемых к юному спортсмену в ходе соревнований. Можно думать, что показатель, учитывающий одновременно точность попадания мяча и скорость принимаемого мяча, отражает специфику игры и может стать критерием такого контроля.



Испытуемые выполняли 6 серий (три серии ударов справа и три слева) по 25 ударов с лёта по мячу, вылетающему из теннисной «пушки» на трех различных скоростях с постоянными интервалами между «выстрелами» и направлением вылета. Скорость вылета мяча менялась в диапазоне от 14 до 22 м/с. «Пушка» располагалась в 8 м от испытуемого на другой стороне площадки. Область попадания ограничивалась задней линией, линией подачи и воображаемым продолжением средней линии. Испытуемым предлагалось выполнять задание так, чтобы попадать в мишень ударами «по линии».

Скорости вылета мяча подбирались индивидуально и таким образом, чтобы на наименьшей испытуемый показывал свой наилучший результат, а на наибольшей – еще справлялся с заданием. Точность ударов оценивалась в процентах, как отношение удачных попыток к их общему числу.

Между точностью попаданий и скоростью вылета принимаемого мяча обнаружены обратные линейные зависимости. Аппроксимация результатов в ударах справа и слева методом линейной регрессии позволила определить для каждого испытуемого два уравнения (для ударов справа и ударов слева) вида:  $Y = A - BX$ . По уравнению регрессии определялся скоростно-точный показатель, соответствующий скорости принимаемого мяча (Y), на которой спортсмен способен показать заданную точность (X). Для сравнения результатов теннисистов разного возраста за «заданную» была принята 60 % - ная точность попадания.

Скоростно-точный показатель обладает высокой различительной возможностью: шестикратное тестирование 8 испытуемых в течение одного дня выявило, что межиндивидуальная вариация [7,12] намного больше внутри индивидуальной (0,48).

Сравнение средних величин скоростно-точного показателя выявило следующую закономерность: и у мальчиков, и у девочек статистически значимо отличалась только младшая группа от трех старших. Отсюда можно заключить, что уже к 12-13 годам юные теннисисты в условиях используемого тестового задания достигают тех же показателей, что и более взрослые спортсмены.

## Показатели коэффициента стабильности

Качественные значения (критерии)	Коэффициенты корреляции
1. Для недельного интервала времени - ударов справа	от 0,88 до 0,97
2. Для недельного интервала времени - ударов слева	от 0,89 до 0,96
3. Для 3-месячного интервала - ударов справа	от 0,43
4. Для 3-месячного интервала - ударов слева	и 0,55
5. Для всех возрастно-половых групп	от 0,68 до 0,99

Для определения надежности предложенного показателя испытуемых тестировали дважды в течение одного дня.

Методом дисперсионного анализа с последующим расчетом внутриклассового коэффициента корреляции выявлена высокая надежность предлагаемого показателя ( $r =$  от 0,68 до 0,99) для всех возрастно-половых групп.

С помощью того же метода была определена стабильность скоростно-точностного показателя в течение недели и на 3-месячном интервале времени. Для этого группа из 8 мальчиков 11-14 лет подвергалась тестированию изо дня в день в течение 6 дней, а группа, состоящая из 15 мальчиков того же возраста, через 3 месяца. Обнаружены критерии коэффициента стабильности: интервал времени для микроцикла – от 0,88 до 0,97 для удара справа и от 0,89 до 0,96 для удара слева; для 3-месячного интервала – от 0,43 для удара справа и 0,55 – для удара слева.

Высокая надежность скоростно-целевого параметра, его высокая стабильность в течение микроцикла и значительная стабильность через 3 месяца дают основание предположить, что его показатель можно использовать для оценки перманентного состояния юных спортсменов, что он может быть включен в систему этапного контроля в теннисе.

### **3.4. Количественная оценка стиля игры квалифицированных теннисистов**

Исследуя соревновательную деятельность вообще, а в спортивных играх, в частности, невозможно не учитывать индивидуальные особенности игроков, их стиль (игровые амплуа). Одним из ведущих специалистов в теории и спорта М.А. Годик считает, что в спортивных играх необходимо учитывать соотношение межгрупповых и внутри индивидуальных различий и в связи с этим использовать в практике соревновательной деятельности критерии двух типов: групповые и индивидуальные.

Подобные исследования в теннисе отсутствуют, хотя даже визуально нетрудно заметить, что манера игры различных теннисистов неодинакова: одни предпочитают игру преимущественно на задней линии, другие стремятся использовать любую возможность для выхода к сетке. Есть игроки, которые одинаково уверенно играют в том и другом случае. На основании этого мы, предложили разделить всех игроков на три категории А, В и С (табл. 4). Какие-либо количественные критерии подобного разделения не указываются.

На основании сказанного задачей нашего исследования явилось выделение одного из критериев стиля игры, а также разработка его количественных показателей.

Анализируя соревновательную деятельность (СД), мы оперировали двумя понятиями: технико-тактические действия (ТТД) и комбинации.

Категория игроков и стиль их игры

Категория	Стиль игры
А	подача – сетка
В	универсальный (по всему корту)
С	у задней линии

Под технико-тактическими действиями мы понимаем отдельные приемы, выполняемые теннисистами и применяемые для решения определенной тактической задачи, например, 1-2-ю подачу; прием 1-2-й подачи; смеш; свечу. Комбинация - это сочетание действий, направленных на достижение определенной тактической задачи (подача с выходом к сетке, подача с розыгрышем очка на задней линии (з/л); прием подачи с выходом к сетке и др).

В нашем исследовании мы использовали уже существующий и дополненный нами [11] комплекс ТТД и комбинаций, по которым оценивается СД. Кроме того, для еще более полного анализа СД игрока в силу специфики функций подающего и принимающего мы разграничили действия, которые игрок выполняет после подачи и приема подачи. Мы предположили, что процентное содержание тех или иных ТТД и комбинаций в игре будет зависеть от стиля ведения игры, типа покрытия площадки, на которой проводится встреча.

Прежде чем проверить правильность выдвинутой нами гипотезы, мы разделили игроков на две группы, в одну из них (А) вошли теннисисты, играющие по принципу подача – сетка, в другую (С) – теннисисты, играющие преимущественно на задней линии. Для более точного деления на группы мы прибегли к помощи экспертов.

Нами были проанализированы результаты встреч игроков групп А и С. Изучалось процентное содержание ТТД и комбинаций в общем и частном объемах двигательных действий.

Данные, полученные в результате исследования, показали, что в большинстве случаев различия между группами А и С статистически достоверны, что подтверждает нашу гипотезу.

Убедившись в достоверности этих различий, мы предположили, что на процентное соотношение различных действий и комбинаций в игре влияет также и стиль соперника и что все эти три фактора (стиль игрока, стиль соперника и тип покрытия), определенным образом взаимодействуя между собой, оказывают влияние на модель соревновательной ситуации. Для проверки этой гипотезы мы применили методику активно планируемого эксперимента – АПЭ [1]. Не вдаваясь в сущность указанной методики, мы лишь напомним, что модель соревновательной ситуации строилась в виде:

\* Под общим объемом мы понимаем общее число двигательных действий, выполненных теннисистами.

\*\* Под частным объемом мы понимаем, например, общее число подач или приемов подач.

Таблица 5

Процентное содержание подачи с выходом к сетке в общем объеме подач

Стиль игрока	Стиль соперника		
	А	С	В
А	31,8±11	31,8±11	31,8±11
С	12,8±11	12,8±11	12,8±11
В	22,3±5,5	22,3±5,8	22,3±5,5

Примечание. Таблицу следует читать слева направо, например: игрок группы С играет с игроком группы А, процентное содержание подачи с выходом к сетке в данном случае составляет 12,8±11.

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 + B_{123}X_1X_2X_3,$$

где:  $y$  – искомое число процентного содержания действия или комбинации в общем или частном объемах двигательных действий;  $X_1$  – стиль игрока;  $X_2$  – стиль соперника;  $X_3$  – тип покрытия площадки;  $B_1B_2B_3$  – коэффициенты, характеризующие слияние факторов;  $B_{12}B_{13}B_{23}B_{123}$  – коэффициенты, характеризующие совместное влияние изучаемых факторов;  $B_0$  – среднее значение изучаемого фактора для двух универсалов на некоем гипотетическом среднем покрытии.

В результате применения АПЭ для каждой комбинации и ТТД мы получили формулу, показывающую, от каких именно факторов или их сочетаний зависит содержание той или иной комбинации в игре.

Пример полученной зависимости представлен в табл. 5.

Всего было получено 26 таких матриц по числу рассматриваемых показателей СД.

Таблица 6

Процентное содержание основных комбинаций в общем объеме двигательных действий при игре на быстром покрытии

Комбинации	А	С
Подача с выходом к сетке	20–26	3–5
Подача с розыгрышем очка на з/л	7–14	21–40
Подача с розыгрышем очка на з/л и последующим выходом к сетке	4–14	3–7
Прием подачи с выходом к сетке	3–4	0–2
Прием подачи с розыгрышем очка на з/л	21–42	22–35
Прием подачи с розыгрышем очка на з/л и последующим выходом к сетке	3–5	1–3

Примечание к табл. 6, 7:

В результате исследований было выявлено, что процентное содержание ТТД и комбинаций, в общем, и частном объемах двигательных действий действительно зависит от влияния трех факторов и их различных сочетаний и может считаться критерием стиля игры квалифицированных теннисистов. Выделив данный критерий, мы определили его количественные показатели. Установлено процентное содержание основных комбинаций в общем объеме двигательных действий для теннисистов различного стиля на быстром и медленном покрытиях (табл. 6, 7).

Таблица 7

Процентное содержание основных комбинаций в общем объеме двигательных действий при игре на медленном покрытии

Комбинации	А	С
Подача с выходом к сетке	17–20	10–18
Подача с розыгрышем очка на з/л	13–16	21–28
Подача с розыгрышем очка на з/л и последующим выходом к сетке	6–10	3–5
Прием подачи с выходом к сетке	8–4	1–2
Прием подачи с розыгрышем очка на з/л	32–35	34–45
Прием подачи с розыгрышем очка на з/л и последующим выходом к сетке	4–8	3–6

1. За 100 % принимается сумма первой, второй подач; сумма приемов первых, вторых подач.

2. При анализе процентного содержания комбинаций в общем объеме двигательных действий не учитывались: двойные подачи; мгновенные выигрыши подачи; ошибки на приеме подачи; мгновенные выигрыши приемов подач.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Нами установлено, что общий уровень специальной двигательной подготовленности спортсмена может быть количественно оценен с помощью разработанного комплексного показателя (Ксдп), определяемого по критериям точности и надежности ударов, устойчивости точности и надежности ударов по отношению к дефициту времени, силе удара, скорости передвижения по площадке и устойчивости скорости передвижения при действии утомления.

2. Наибольшей информативностью обладают показатели точности ударов и скорости передвижения по площадке. Экспериментальная проверка подтвердила достоверное влияние специальной двигательной подготовленности спортсменов на их игровые результаты.

3. Материалы эксперимента у теннисистов по регуляции жесткости фиксации звеньев в ударе позволяют говорить о том, что этот параметр регулируется не только на уровне одного сустава, что было показано выше, но и на уровне всей кинематической цепи.

4. Сравнение результатов занимающихся и не занимающихся кортовым теннисом показывает, что способность управлять жесткостью фиксации звеньев кинематической цепи в ударе развивается с тренировкой.

5. Таким образом, механизм регуляции суставной жесткости, просматривающийся в закономерности управления временем удара - это неотъемлемая часть техники удара мяча в кортовом теннисе.

6. Процентное содержание ТТД и комбинаций, в общем, и частном объемах двигательных действий неодинаково и зависит от влияния трех факторов – стиля игры каждого из соперников, типа покрытия площадок, а также от влияния различных сочетаний указанных факторов.

7. Процентное содержание ТТД и комбинаций, в общем, и частных объемах двигательных действий можно считать одним из критериев стиля игры квалифицированных теннисистов.



8. Определены количественные показатели критерия стиля игры квалифицированных теннисистов.

9. Высокая надежность скоростно-точностного показателя, его высокая стабильность в течение недели и низкая стабильность через 3 месяца дают основание предположить, что его показатель можно использовать для оценки перманентного состояния юных спортсменов, что он может быть включен в систему этапного контроля в теннисе.

10. Полученные данные могут служить для более точной оценки стиля игры теннисистов, а также стать основой для оптимального планирования частных объемов тренировочной работы.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бабажанян, Ю. С. Оперативная устойчивость и эмоциональный стресс. – Вопросы психологии, 2004. – с. 316.
2. Бережная, Е. К. О роли зрительной обратной связи в точностных движениях // Теория и практика физической культуры, № 7, 2002.– С.13-18.
3. Бернштейн, Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М.: Медицина, 2000. – С. 271.
4. Блохин, И. П., Портных Ю. И., Хутов А. М. Дыхание при точностных двигательных актах. – // Теория и практика физической культуры, 2008. №2. – С. 53-59.
5. Бойченко, С. Д., Ивойлов А. В., Овсянкин А. А. Миниатюрный тренажер-информатор для тренировки фехтовальщиков-шпажистов// Теория и практика физической культуры, 2003. – С. 89-94.
6. Борилкевич, В.Е. Физическая работоспособность в экспериментальных условиях мышечной деятельности. // Теория и практика физической культуры, 2002. – С. 20-26.
7. Дьячков, В. М. И др. Совершенствование технического мастерства. – М.: ФиС, 2004. – С. 194.
8. Донской, Д.Д., Зациорский, В.М. Биомеханика. М., ФиС, 2002. – С.207.
9. Джалилов, Ал.А., Джалилов, А.р.А. Биомеханические аспекты визуальной оценки техники ударных движений в кикбоксинге. //Физическая культура, № 4., 2014. - С.56-58
- 10.Джалилов, Ал.А., Александров, Ю.М. Джалилов, Ар.А. Воспитание морально-волевых качеств в системе спортивной подготовки боксеров // Физическая культура, № 3, 2015. - С. 22-24.
- 11.Джалилов, А.А., Балашова, В.Ф. Биомеханические характеристики техники ударных движений в кикбоксинге // Физическая культура, №7. 2016.– С. 66- 68.

12. Джалилов, А.А., Балашова, В.Ф. Биомеханические аспекты регуляции жесткости фиксации звеньев биокинематической цепи при выполнении ударных движений в кикбоксинге // Теория и практика физической культуры, № 7. 2017.– С. 75-77.
13. Еркомайшвили, И.В. Спортивная метрология : учебное пособие / И.В. Еркомайшвили. – Екатеринбург : УрФУ, 2016. – 112 с.
14. Иоселиани, К. К. Влияние вибраций и шума на умственную работоспособность человека в условиях дефицита времени. – // Теория и практика физической культуры, № 6, 2011. – С. 31-33.
15. Иванова, Л.М. Волейбол сидя и баскетбол на колясках как средства реабилитации инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата: учебно-методическое пособие / Л.М. Иванова, Г.С. Ковтун. – Омск: ОмГУ, 2015. – 76 с.
16. Команов, В.В. Тренировочный процесс в настольном теннисе: учебно-методическое пособие / В.В. Команов. – Москва : Советский спорт, 2014. – 392 с.
17. Маслов, Л.Б. Конечно-элементные пороупругие модели в биомеханике: монография / Л.Б. Маслов. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 240 с.
18. Николаев, И.В. Формирование физической культуры студентов в процессе занятий теннисом: монография / И.В. Николаев. – Москва : Издательство «Прометей», 2013. – 140 с.
19. Скородумова, А. П. Современный теннис. Основы тренировки. - М.: Физическая культура и спорт, 2001. – 119 с.
20. Скородумова, А. П., Шмагина, М. И., Тарпищев, Ш. А. Специально – подготовительные средства тренировки квалифицированных теннисистов. Метод. рекоменд. - М., 2006. – 77 с.
21. Федеральный стандарт спортивной подготовки по виду спорта настольный теннис – Москва: Советский спорт, 2014. – 24 с.