

4515.69
E721

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

К 146.01.02

На правах рукописи

ЕРМАКОВ Сергей Сидорович

**СТРУКТУРА ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ИГРЫ
В ВОЛЕЙБОЛ КАК СИСТЕМА УДАРНЫХ ДВИЖЕНИЙ**

13.00.04 — теория и методика физического воспитания, спортивной
тренировки и оздоровительной физической культуры

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Москва — 1991

4515.69

E721

Работа выполнена в Государственном центральном
ордена Ленина институте физической культуры.

Научный руководитель — доктор педагогических наук,
профессор О. П. Топышев

Официальные оппоненты — доктор педагогических наук,
профессор М. А. Годик;
кандидат педагогических наук
Е. В. Фомин

Ведущее учреждение — Государственный орден
Ленина и ордена Красного
Знамени институт физической
культуры им. Л. Ф. Лесгафта

Защита состоится „ 1 „ _____ 1991 года
в 13⁰⁰ час. на заседании специализированного Совета
К 146.01.02 Государственного центрального ордена Ленина
института физической культуры (105127, г. Москва, Сире-
невый бульвар, 4).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
ГЦОЛИФК.

Автореферат разослан „ 29 „ _____ 1991 года.

Ученый секретарь
специализированного Совета,
кандидат педагогических наук,
доцент

И. В. ЧЕБОТАРЕВА

БИБЛИОТЕКА
Ленинского ордена
института физической культуры

2780/1

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В современной учебной, методической и научной литературе по волейболу [В.А. Голомазов, 1976; А.В. Ивойлов, 1985; Ю.Н. Клешев, 1985 и др.] существует многообразие рекомендаций, порой противоречащих друг другу, посвященных вопросам различного вида технической подготовки спортсменов от новичка до зрелого мастера.

В то же время сейчас уже нельзя искать общие стандарты техники, средства и методы технической подготовки в стремлении достичь высоких результатов. Необходима творческая работа тренера над индивидуальными особенностями игроков [Д.Д. Донской, 1965; Э.К. Акмеров, 1975; В. Корягин, 1984; Н.Г. Озолин, 1986 и др.], поскольку индивидуальные особенности развития каждого из обучаемых редко соответствуют общим типовым характеристикам.

Имеющиеся в доступной нам литературе исследования ударных движений в волейболе выполнены в основном с позиций классической теории удара [В.А. Левчук, 1975; Н.А. Носко, 1986; С.Л. Фетисова, 1978]. Наибольший же интерес как в научном, так и в педагогическом аспекте представляет комплексное изучение ударных движений спортсмена: его перемещений по площадке для выбора места действия, положений звеньев в пространстве и процесс взаимодействия с мячом [Ф.К. Агашин, 1977; А.Ф. Тихомиров, 1980]. Исследований, посвященных этим вопросам нами не обнаружено.

Одной из задач учебно-тренировочного процесса является его интенсификация и повышение эффективности не только путем увеличения объема и интенсивности тренировочных воздействий, но и за счет использования технических средств обучения [С.А. Полиевский, 1986]. Это вызывает необходимость поиска новых, более эффективных путей спортивной подготовки, в том числе и на основе применения новых тренажерных устройств. Такой поиск значительно облегчается

при использовании компьютерной техники. Наиболее перспективным в этом плане выглядит применение персональных ЭВМ, позволяющих выдавать рекомендации (графические, текстовые и другие) по исправлению техники движений соответственно модельному эталону и индивидуальным особенностям спортсмена [Н.Г. Озолин, 1986].

Гипотеза работы основана на предположении, что состояния системы "спортсмен-мяч" и "спортсмен-площадка" в ударных движениях основных технических приемов игры характеризуются взаимодействием общих и индивидуальных биомеханических характеристик. Определение индивидуального оптимального состояния рассматриваемых систем и целенаправленное воздействие на их характеристики позволит усовершенствовать процесс технической подготовки волейболистов.

Научная новизна настоящего исследования заключается в том, что впервые в практике волейбола разработаны и реализованы в технической подготовке спортсменов математические модели ударных движений основных приемов игры, а также дано математическое обоснование разработки и использования отягощений в ударных движениях. Кроме того разработаны новые тренажеры для обучения и совершенствования ударных движений (три из них защищены авторскими свидетельствами СССР на изобретения), использованы персональные ЭВМ в подготовке спортсменов и микропроцессорный контроллер в исследованиях.

Практическая значимость полученных данных определяется успешным использованием в технической подготовке спортсменов: математических моделей ударных движений основных приемов игры и ударного процесса, разработанных тренажерных устройств и компьютерной техники. Это положение подтверждается 2 актами внедрения результатов исследования в учебно-тренировочный процесс СДЮСШОР "Локомотив" и команды мастеров "Локомотив" г. Харьков, а также 3 авторскими свидетельствами СССР на изобретения.

На защиту выносятся:

1. Основы моделирования технических приемов волейбола;
2. Результаты анализа математических моделей ударных движений основных технических приемов игры, полученные с помощью методов компьютерного моделирования и методика их использования в совершенствовании технической подготовки спортсменов;
3. Методика определения индивидуальных характеристик ударных движений и алгоритм решения перспективных задач технической подготовки спортсменов;
4. Обоснование разработки и использования новых тренажеров для обучения и совершенствования ударных движений, в том числе применения ПЭВМ в теоретической подготовке спортсменов;

Апробация работы. Основные положения диссертации были доложены и обсуждены: на научных конференциях ГПОЛИФК, на республиканской научно-практической конференции "Проблемы повышения мастерства спортсменов" (1-2 ноября 1989 года, г. Чебоксары), на межобластной научно-практической конференции "Проблемы соревновательной деятельности" (12-16 сентября 1990 года, г. Харьков). Кроме того, получены авторские свидетельства на изобретения: перчатка для тренировки ударов по мячу (авт. свид. СССР N 1512638), угловой ограничитель (авт. свид. СССР N 1503113), мяч (авт. свид. СССР N 1584968).

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 301 странице машинописного текста, иллюстрируется 11 таблицами и 59 рисунками и состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы из 263 наименований, включая 14 на иностранных языках и 43 приложений на 135 страницах.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящей работы является поиск общих закономерностей в

построении ударных движений и стандартизации их форм для основных технических приемов игры, а также путей оптимизации технической подготовки волейболистов.

Для этого были поставлены следующие задачи:

1. Разработать математические модели ударных движений для каждого из технических приемов, а также модель ударного процесса;
2. Выявить пути приложения результатов анализа моделей в практической деятельности;
3. Обосновать возможности использования новых тренажерных систем для акселерации технической подготовки волейболистов;
4. Разработать новые тренажеры и приспособления, повышающие эффективность обучения и совершенствования ударных движений;
5. Разработать пути оптимизации технической подготовки волейболистов на основе комплексного использования результатов анализа математических моделей и новых тренажеров и приспособлений.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования.

1. Метод гониометрии. в качестве устройства обработки и регистрации сигналов, поступающих от тензодатчиков тензогониометра использован микропроцессорный контроллер; программное обеспечение разработано на языке Basic.

2. Метод математического моделирования: а) на основе анализа кинематических структур основных технических приемов игры в волейбол с учетом рекомендаций, изложенных в работах [Ф.К. Агашин, 1977; В.Я. Бунин, 1988; А.В. Зинковский, 1983; О.П. Топышев, 1989; Н. Ока, 1976; J. Samson, 1976], созданы модели этих приемов, которые строятся на базе четырехзвенного шарнирного пространственного механизма; б) разработана модель ударного процесса.

3. Метод компьютерного моделирования: в задачу имитационного моделирования входило создание моделей ударных движений для основ-

ных технических приемов игры и проведение экспериментов на этих моделях, позволяющих оценить (в рамках ограничений, накладываемых совокупностью критериев) различные стратегии. Решение поставленных задач реализовано с помощью специальных программ, разработанных на языке Basic.

4. Метод педагогического эксперимента, который включает несколько этапов. В одном из них использовались специально разработанные технические средства обучения: тензогониометр, перчатка для тренировки ударов по мячу (авт. свид. N 1512638), угловой ограничитель (авт. свид. N 1583113), мяч (авт. свид. N 1584968), а также программное обеспечение для персональных компьютеров.

5. Метод анализа и обобщения данных специальной литературы.

6. Метод антропометрических и морфофункциональных измерений, в котором использовался микропроцессорный контроллер.

7. Метод экспертизы.

8. Метод педагогических наблюдений, в котором использовался персональный компьютер.

9. Метод математической статистики, в котором использовался персональный компьютер.

МОДЕЛИ УДАРНЫХ ДВИЖЕНИЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Математическая постановка задачи сводится к максимизации величин, характеризующих положения кисти или предплечья в рабочем пространстве. Для модели нападающего удара функция цели имеет вид $H_m = f(L_B, D_B, H_4)$. Где L_B - основание - расстояние между тазобедренным суставом и геометрическим центром мяча; D_B - угол наклона основания L_B к горизонтали; H_4 - угол наклона ведущего звена L_4 к основанию L_B .

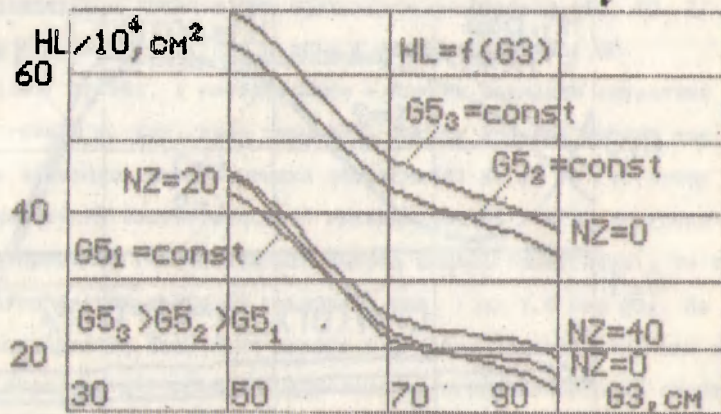
Ограничения на переменные имеют вид: $0 < L_B < (L_1 + L_2 + L_3 + L_4)$;

$90^\circ < D_b < 180$; $0 < N_4 < 360$. Где L_2, L_3, L_6 - соответственно длина плеча, предплечья и туловища. Область допустимых решений ограничивается: а) величинами $0 < G_3 < 300$; $0 < N_2 < 100$; $G_{51} < G_5 < G_{53}$; $A(6) < \theta < A(16)$. Где G_3, N_2 - удаление тазобедренного сустава, соответственно, от сетки и боковой линии; G_{51}, G_{52} - соответственно, минимальная и максимальная (перспективная) высота подъема тазобедренного сустава над уровнем пола; $A(6), A(16)$ - минимальный и максимальный угол отведения-приведения кисти; б) уравнениями прямых, описывающих боковые и лицевую линии площадки противника и размеры блока.

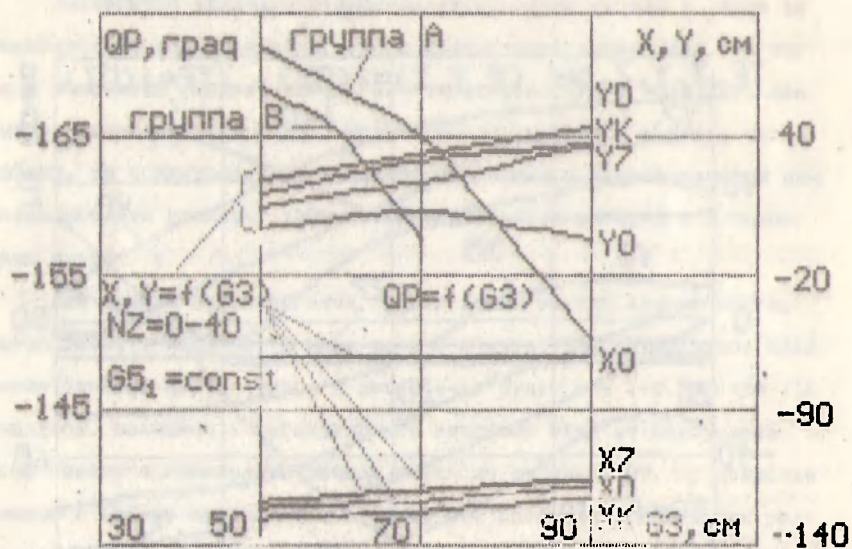
Результаты решения среднестатистической модели нападающего удара, имеющие значительный объем числовой информации, представлены в виде графиков на рис. 1 и табл. 2, 3. Аналогичным образом составлялись и решались индивидуальные и среднестатистические модели и для остальных технических приемов. Так для модели передачи мяча сверху результаты решения представлены на рис. 2.

По среднестатистическим данным группы спортсменов (рис. 1, 2) определены оптимальные параметры выполнения ударных движений в каждом техническом приеме. Аналогично определяются и индивидуальные параметры. С этой целью используются специально разработанные программы для персонального компьютера типа IBM с возможностью просмотра решения задач в динамическом режиме в виде контурограмм и последующим выводом на печать текстовой и графической информации.

Возможности использования моделей в практической деятельности определяются исходя из анализа выводимой на печать компьютера информации. Так, например, из рис. 1, а определяется оптимальный диапазон действий модели в игровом пространстве при максимально возможной высоте расположения ее над уровнем площадки (G_{52}). Для группы А он составляет: 1) удаление модели от сетки $G_3: 50-90$ см; 2) удаление от боковой линии - $N_2: 40$ см. Такому расположению моде-

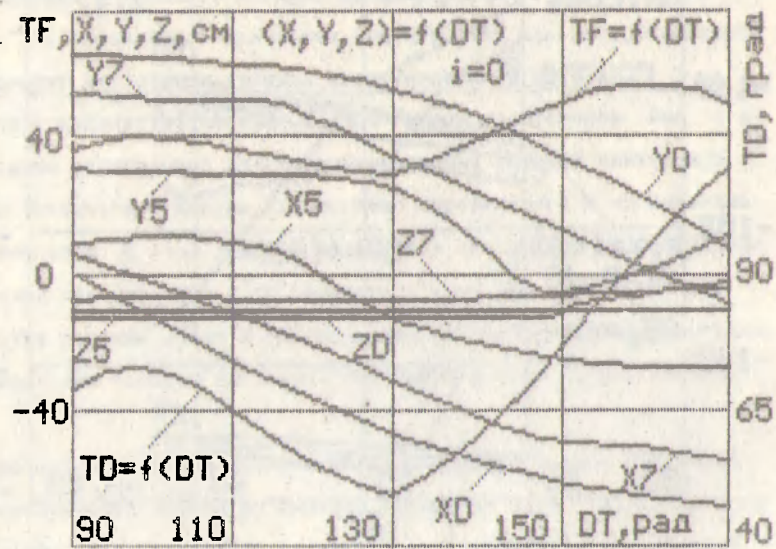
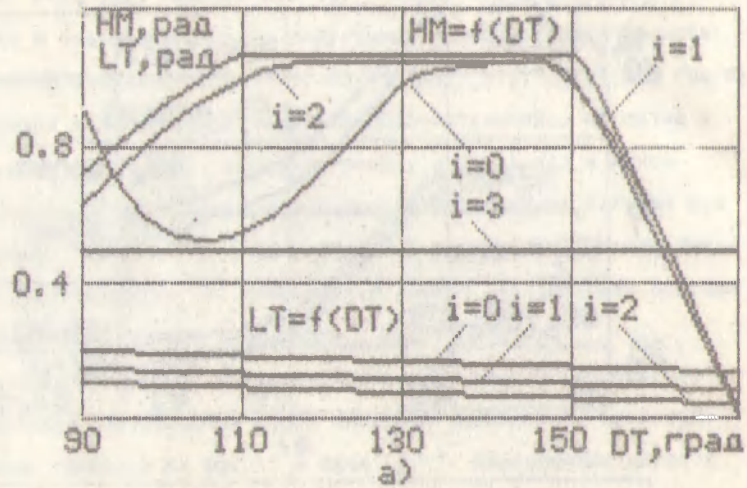


а)



б)

Рис. 1 Результаты расчетов модели нападющего удара.
 а) график функции цели $HL=f(G_3)$; б) графики функций $(X, Y)=f(G_3)$ и $QP=f(G_3)$.



6)

Рис. 2 Результаты расчетов модели передачи мяча сверху.
 а) графики функций $H_M=f(DT)$ и $L_T=f(DT)$ при $i=0-3$;
 б) графики функций $(X, Y, Z)=f(DT)$, $T_F=f(DT)$ и $T_D=f(DT)$ при $i=0$.

ли соответствуют оптимальные координаты ее звеньев (X_0 , Y_0 , X_7 , Y_7 , X_K , Y_K), мяча (X_D , Y_D) и угла в плечевом суставе QP (рис. 1.6). По рис. 1 определяются и другие варианты поведения модели группы А. Так, если уменьшить высоту подъема модели над уровнем площадки (высоту прыжка спортсмена) на 10 см, то этому состоянию будут соответствовать графики при $G5_1$. Если же увеличить значение $G5$ (перспективная высота прыжка спортсмена), то тогда следует воспользоваться графиками рис. 1.а, 1.б при $G5_2$. На основании анализа поведения модели в игровом пространстве при различных условиях и строится процесс технической подготовки спортсменов группы А.

Аналогично анализируется поведение модели группы В. Если же требуется выполнить анализ модели конкретного спортсмена, то тогда в компьютер следует ввести его характеристики и выполнить анализ подученного результата. Если тренеру требуется большее число данных, то представленные в работе программы и рекомендации к ним позволяют это сделать. Характеристики моделей групп А и В приведены в табл. 1.

Для модели передачи мяча сверху двумя руками анализ результатов расчета ведется, исходя из рис. 2.а,б. Так оптимальное положение звеньев кисти, плеча и предплечья будет при $1=0$, $DT=130-150$ градусов. Величина 1 характеризует удаление мяча от спортсмена. Если требуется определить точное значение величины DT , то представленные в работе программы позволяют это сделать. Оптимальным значениям 1 , DT соответствуют и оптимальные координаты расположения звеньев модели (X_0 , Y_0 , X_5 , Y_5 , X_7 , Y_7) и мяча (X_D , Y_D) в игровом пространстве, угол в локтевом суставе TD и расстояние между локтевыми суставами TF . Их определяют из рис. 2.б.

С моделями можно проводить эксперименты. Например, ввести в компьютер данные по желаемой (перспективной) высоте прыжка кон-

Таблица 1

Характеристики среднестатистических моделей нападающего удара и приема мяча снизу двумя руками для экспериментальной группы

Среднестатистическая группа		Х а р а к т е р и с т и к и, см						
		Рост	Длина туловища	Длина плеча и предплечья	Половина длины кисти	Длина бедра	Высота расп. верхн. б. бер. точки	Прыжок вверх
А	\bar{X}	195	53.2	66.3	10.7	52.6	59.8	71.4
	S	2.12	2.77	1.89	0.27	4.04	3.63	2.0736
	S \bar{x}	0.6708	0.876	0.5979	0.086	1.2767	1.1489	0.6557
	V	1.09	5.22	2.9	2.6	7.7	6.08	2.9
В	\bar{X}	186.8	51	58.8	10.5	46.4	55.4	77
	S	3.0332	4.243	1.82	0.35	1.67	0.89	1
	S \bar{x}	0.9592	11.29	0.5766	0.11	0.5292	0.2828	0.3162
	V	1.62	8.3	3.1	3.4	3.6	1.61	1.3

кретного спортсмена, посмотреть результат решения и сделать соответствующие выводы для практической деятельности. Или же посмотреть, какие преимущества или недостатки имеют высокорослые спортсмены, по сравнению с менее высокими, при приеме мяча снизу двумя руками или передаче мяча сверху и так далее. Такие эксперименты позволяют решать широкий круг задач, например, определение параметров (рост, размеры звеньев и др.) оптимального связующего, принимающего или нападающего.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

МОДЕЛЕЙ С РЕКОМЕНДУЕМЫМИ

Одним из основных требований к имитационным моделям является соответствие их действительным процессам или явлениям, которые они описывают.

С этой целью разработано программное обеспечение для персонального компьютера типа IBM, которое включает в себя:

1. Подпрограмму предварительной обработки статистических данных (START);

2. Подпрограмму аппроксимации экспериментальных данных с использованием ортогональных многочленов Чебышева (как часть программы PASS);
3. Подпрограмму построения графиков функций: полином 3 степени (как часть программы PASS);
4. Программы расчета моделей: передачи мяча сверху - PASS; блокирования - BLOCK; подачи - SERVE; нападающего удара - STRIKE; приема мяча снизу - PRIJM.

Программы составлены таким образом, что модели допускают только те конструктивные решения, которые не выходят за пределы ограничений представленных в виде:

1. Нелинейных полиномов (8 уравнений), используемых только в программе PASS. Уравнения описывают результаты исследований, полученных с помощью микропроцессорного контроллера;
2. Индивидуальных или среднестатистических данных испытуемых (размеры биоэвентов, высота прыжка и др.);
3. Эксплуатационные и технические характеристики инвентаря и оборудования (размеры мяча и площадки, траектория полета и скорость мяча и др.);
4. Противодействия противника (размеры и высота расположения подвижного двойного блока);
5. Правил выполнения технического приема, утвержденных ФИВБ (разрешен перенос рук через сетку при блокировании, подачу производить только из 3-х метрового коридора зоны подачи и др.);
6. Расположения игроков на площадке (связующий должен выполнять передачу находясь возле сетки, нападающий удар можно производить игроку первой линии в любой зоне площадки и др.).

С целью проверки адекватности моделей над ними были проведены эксперименты. За основу был принят тот факт, что с повышением квалификации спортсмена возрастают и показатели его технической

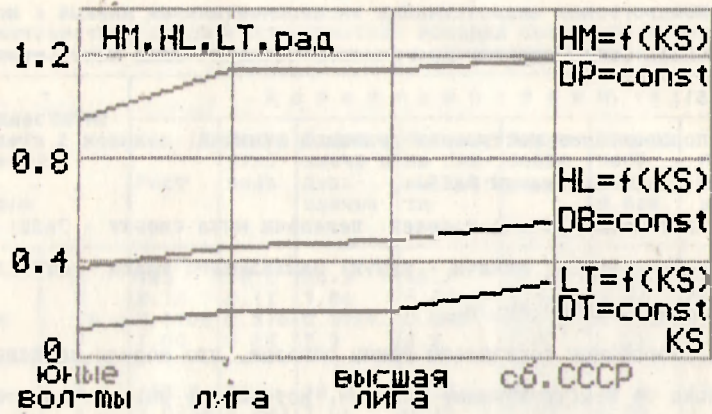


Рис. 3 Зависимость функции цели NM (модель приема снизу), HL (модель блокирования) и LT (модель передачи сверху) от квалификации спортсмена KS

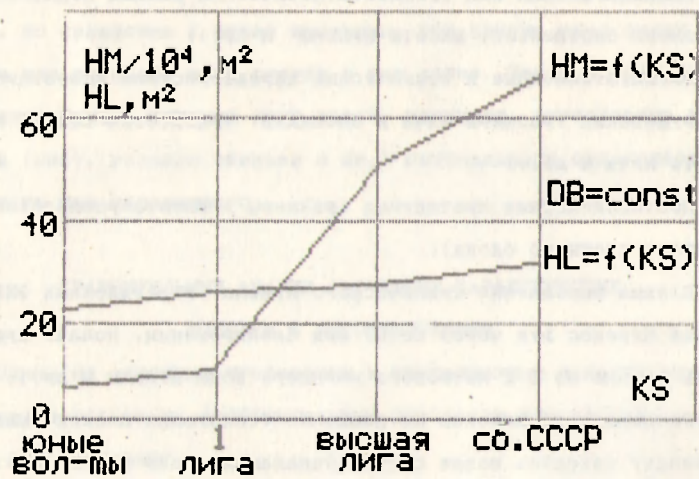


Рис. 4 Зависимость функции цели NM (модель нападающего удара) и HL (модель подачи) от квалификации спортсмена KS

подготовленности. Для моделей также должен быть характерен этот процесс. Таким показателем для моделей является величина функции цели. Эксперименты со среднестатистическими моделями показали, что с повышением квалификации спортсменов от массовых разрядов и до игроков сборной СССР их модели реагируют соответствующим повышением функции цели. Результаты эксперимента представлены на рис. 3, 4.

С тем, чтобы можно было сравнить модельные и рекомендуемые характеристики, в табл. 2 и 3 приводятся только те из них, количественное описание которых имеется в специальной литературе. Так для нападающего удара в табл. 2 приведены величины, характеризующие состояние системы "спортсмен-площадка", а в табл. 3 - состояние системы "спортсмен-мяч". Аналогичным образом рассмотрены характеристики и для остальных технических приемов. Из табл. 2 и 3 видно, что выходные параметры рассматриваемых моделей соответствую-

Таблица 2

Координаты места действия модели и спортсмена при нападающем ударе

Наименование	К о о р д и н а т ы, см			Возможность атаки в зоны
	Удаление от сетки	Удаление от боковой линии	Высота прыжка	
Модель	50	0	74.2	4-5
	50	>40		1,4-5
Рекомендуемые значения	>50	80	70-90	-

Таблица 3

Характеристики выполнения нападающего удара

Наименование		Отклонение туловища от вертикали при удалении от сетки (1 м, град.	Угол наклона вытянутой руки к горизонтали, град.
Модель	группа А	0	81
	группа В	0	75-81
Рекомендуемые значения		0	50-80

ют рекомендуемым значениям. Таким образом, результаты расчетов по индивидуальным моделям можно использовать при обучении и совершенствовании ударных движений.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УДАРНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА МОДЕЛЕЙ И С ПОМОЩЬЮ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

Эффективность предлагаемого метода и разработанных средств обучения и совершенствования ударных движений основных технических приемов игры проверялось в специальном педагогическом эксперименте.

В эксперименте принимали участие игроки дублирующего состава команды высшей лиги "Локомотив" г. Харьков и старшие юноши СДЮСШОР "Локомотив" в количестве 20 человек, все спортсмены 1 разряда в возрасте 17-18 лет, которые образовали две группы - контрольную и экспериментальную по 10 человек в каждой. Характеристики экспериментальной и контрольной группы до и после эксперимента приведены в табл. 4. Из табл. 4 видно, что на начало эксперимента обе группы статистически значимых различий не имеют. Уровень технической подготовленности групп на начало эксперимента несколько ниже общепринятых (модельных). Это видно из табл. 4 и табл. 5.

Исследование проходило в три этапа. На третьем этапе проводился сравнительный педагогический эксперимент, в котором были использованы результаты анализа моделей, а также следующие разработанные технические средства:

1. Компьютер: использовался как индивидуальное наглядное пособие. Кроме того применялись несколько модернизированные программы, позволяющие выдавать рекомендации (графические, текстовые и др.) по исправлению техники движений соответственно модельному эталону и индивидуальным особенностям спортсмена. Для испытуемых

Таблица 4
Характеристики показателей экспериментальной и контрольной группы в начале и в конце эксперимента

Наименование	Г р у п п а						Статистические параметры	
	Экспериментальная			Контрольная			t	P
	ДЭ, %	ПЭ, %	ПРЭ, %	ДЭ, %	ПЭ, %	ПРЭ, %		
Нападающий удар	66	83.9	17.9	64.5	75.1	10.6	4.3663	>0.001
Блокирование	60.7	79.2	18.5	61.7	72.5	10.8	5.5363	>0.001
Подача	43.3	59.7	16.4	44.7	55.5	10.8	3.1552	>0.01
Прием снизу	38.7	66.9	28.2	37.3	50.8	13.5	11.866	>0.001
Передача сверху	24.3	39.7	15.4	23.0	31.3	9.7	6.6775	>0.001

Примечание. ДЭ - среднегрупповая эффективность выполнения технических приемов до начала эксперимента; ПЭ - среднегрупповая эффективность выполнения технических приемов в конце эксперимента; ПРЭ - прирост эффективности.

Таблица 5
Модельные характеристики эффективности выполнения основных технических приемов игры в % [Ю.Д. Железняк, 1988]

Наименование	Нападающий удар	Блокирование	Подача	Прием снизу	Передача сверху
Связующие	60	80	60-70	60-70	40-60
Нападающие	80	100			20-40

экспериментальной группы был использован дисплейный класс одного из факультетов ХИИТа, оснащенный ПЭВМ "Нейрон И9.66-01". Поскольку, ПЭВМ "Нейрон И9.66-01" позволяет отображать информацию и в графической форме, то были использованы для теоретической подготовки программы расчета моделей основных технических приемов игры. Но несколько модернизированные применительно к задачам обучения. Графическая информация выводилась на экран дисплея в виде контурограмм, что давало возможность просмотра решения задачи уже по индивидуальным моделям в динамическом режиме;

2. Тензогониометр: с его помощью реализовывался метод направленного "прочувствования" движений [Л.П. Матвеев, 1976]. Жесткая

конструкция тензогониометра позволяет придавать требуемое положение плечу, предплечью и кисти при передаче мяча сверху;

3. Угловой ограничитель: предназначен для совершенствования техники приема мяча снизу двумя руками и выполняет аналогичную функцию, что и тензогониометр. Защищен авторским свидетельством;

4. Перчатка для тренировки ударов по мячу: является как средством защиты пальцев рук от удара при блокировании и передаче мяча сверху, так и средством, способствующим развитию силы удара в сочетании с подвижностью в суставах руки при нападающем ударе и подаче. В данном случае реализуется метод "динамических" усилий [Б.А. Ашмарин, 1979]. Защищена авторским свидетельством;

5. Мяч: содержит в расширенном отверстии ниппеля свинцовый груз. Максимальный вес груза может составлять 20 грамм. Вес груза для каждого мяча подбирался опытным путем таким образом, чтобы общий вес мяча с грузом находился в пределах, установленных правилами соревнований, и мяч после подачи его со скоростью выше 17 м/сек "планировал". В этом случае увеличивается частота подач, летящих по "планирующей" траектории, даже при значительных отклонениях от тех жестких требований, предъявляемых к выполнению подач такого типа. Защищен авторским свидетельством.

В результате анализа результатов решения среднестатистических и индивидуальных моделей ударных движений основных приемов игры (рис. 1.а,б; рис. 2.а,б) и разработанных технических устройств составлены практические рекомендации по учету индивидуальных особенностей развития спортсменов в при совершенствовании техники нападающего удара и передачи мяча сверху. Учитывались также и рекомендации общего характера. Так, например, из рис. 2.а видно, что величина $\Delta T = 130-150$ градусов одинакова для всех спортсменов и не зависит от их индивидуальных особенностей. Аналогично составляются рекомендации и для остальных технических приемов.

В конце эксперимента обе группы были подвергнуты тестированию по тем же тестам, по которым производилось деление их на однородные. Результаты тестирования обрабатывались на компьютере. Из табл. 4 видно, что после эксперимента волейболисты экспериментальной группы имеют достоверный прирост эффективности выполнения основных приемов игры. Сравнение уровня подготовленности спортсменов экспериментальной группы после эксперимента (табл. 4) с общепринятыми показателями эффективности (табл. 5) показывает, что спортсмены превысили общепринятые (модельные) показатели эффективности выполнения нападающего удара на 3.9%. Близко к рекомендуемым находятся показатели эффективности блокирования - 79.2%. В пределах модельных находятся показатели эффективности подачи - 59.7%, приема мяча снизу двумя руками - 66.9%, передачи мяча сверху двумя руками - 39.7%. Для спортсменов контрольной группы на конец эксперимента сохранился более низкий уровень показателей по сравнению с общепринятыми (табл. 4, 5) за исключением передачи мяча сверху.

Результаты проведенного эксперимента дают основание считать, что достоверный прирост эффективности выполнения основных технических приемов игры - есть следствие применения результатов анализа моделей и новых технических средств обучения.

ВЫВОДЫ

1. Разработанные модели ударных движений основных технических приемов игры в волейбол содержат в своей основе кинематический анализ четырехзвенного пространственного шарнирного механизма:

- 1) звена плеча, предплечья, кисти с мячом и дополнительного условного звена - для модели передачи мяча сверху двумя руками;
- 2) звена туловища, плеча с предплечьем, кисти с мячом и дополнительного условного звена - для модели подачи, напада-

юшего удара и блокирования;

3) звена бедра, туловища, плеча с предплечьем и дополнительного условного звена - для модели приема мяча снизу двумя руками.

2. Модель ударного процесса представляет собой теоретическое решение консольно закрепленной балки с сосредоточенной массой на конце, вращающейся с постоянной угловой скоростью вокруг заземленной точки.

3. Основные пути приложения результатов анализа моделей ударных движений в практической деятельности следующие:

1) уточнение пространственных характеристик построения ударных движений основных технических приемов игры с учетом индивидуальных особенностей спортсменов: так для каждого спортсмена существуют индивидуальные модельные характеристики, отличающиеся от общепринятых, стандартных. Такие характеристики получены с помощью компьютера и детально рассмотрены в работе;

2) уточнение выбора места действия спортсмена на площадке при выполнении изученных технических приемов: так для всех спортсменов существуют определенные места, в которых создаются наиболее благоприятные предпосылки для качественного выполнения того или иного технического приема. Такие характеристики получены с помощью компьютера и детально рассмотрены в работе;

3) определение форм взаимосвязи между положением звеньев спортсмена в пространстве и выбором им места действия на площадке при выполнении приема мяча снизу двумя руками, блокирования, нападающего удара и подачи: так в оптимальном месте расположения спортсмена на площадке при оптимальном положении его звеньев наиболее полно реализуются индивиду-

альные возможности волейболиста по качественному выполнению технических приемов:

4) уточнение оптимальных соотношений приведенных к точке удара масс ударяющего звена и мяча и определение на этой основе веса отягощений, используемых при совершенствовании техники различных ударов по мячу: так оптимальная масса отягощений для кисти и приведенная к точке удара масса должны быть в пределах соответственно до 100 и до 572 грамм;

5) определение прикладного назначения разработанного программного обеспечения для персональных ЭВМ: использование компьютеров для теоретической подготовки спортсменов; выбор с помощью компьютера оптимальных индивидуальных положений звеньев тела спортсмена при выполнении технических приемов, а также места его расположения на площадке.

4. Для акселерации технической подготовки волейболистов разработаны:

1) технические устройства для принудительной фиксации положений звеньев спортсмена при выполнении приема мяча снизу и передаче его сверху двумя руками - соответственно угловой ограничитель и тензогониометр;

2) техническое устройство, способствующее комплексному развитию физических качеств - силы удара в сочетании с высокой скоростью движения ударяющего звена и подвижности в суставах (перчатка для тренировки ударов по мячу);

3) мячи с повышенной чувствительностью к "планированию", используемые при совершенствовании техники приема мяча снизу двумя руками и подачи;

4) техническое устройство защиты пальцев рук от чрезмерного ударного воздействия мяча при блокировании и передаче мяча

сверху двумя руками - перчатка для тренировки ударов по мячу;

5) программное обеспечение для компьютеров, используемых в технической подготовке спортсменов.

5. На основе исследований разработан принципиально новый подход к технической подготовке волейболистов, методы и средства его реализации с комплексным использованием результатов анализа моделей, компьютеров, новых тренажеров и приспособлений позволяющий повысить эффективность обучения и совершенствования ударных движений основных технических приемов игры.

6. Анализ эффективности выполнения контрольных тестов показал, что различия в среднем приросте эффективности выполнения каждого технического приема достоверны при уровне значимости 0.01 для подачи и 0.001 для остальных технических приемов. Так для спортсменов экспериментальной группы достоверный прирост эффективности выполнения нападающего удара составляет 17.9% при $t=4.3663$ и $P>0.001$, блокирования - 18.5% при $t=5.5363$ и $P>0.001$, подачи - 16.4% при $t=3.1552$ и $P>0.01$, приема снизу - 28.2% при $t=11.866$ и $P>0.001$, передачи сверху - 15.4% при $t=6.6775$ и $P>0.001$.

Кроме того, превышены общепринятые (модельные) показатели эффективности выполнения нападающего удара на 3.9%. Близко к рекомендуемым находятся показатели эффективности блокирования - 79.2%. В пределах модельных находятся показатели эффективности подачи - 59.7%, приема мяча снизу двумя руками - 66.9%, передачи мяча сверху двумя руками - 39.7%. Следовательно, и предлагаемая методика совершенствования ударных движений технических приемов игры эффективнее общепринятой.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. А. с. 1512638 СССР, МКИ⁴ А 63 В 71/14, Перчатка для тре-

нировки ударов по мячу / С.С.Ермаков (СССР). N 4321104/30-12; заявлено 26.10.87; опубл. 07.10.89, бюл. N 37 // Открытия. Изобретения. - 1989. - N 37. - С. 31.

2. А. с. 1583113 СССР, ИКИ⁴ А 63 В 23/00. Угловой ограничитель / С.С.Ермаков, О.П.Топышев (СССР). N 4437105/30-12; заявлено 06.06.88; опубл. 07.08.90, бюл. N 29 // Открытия. Изобретения. - 1990. - N 29. - С. 27.

3. А. с. 1584968 СССР, ИКИ⁵ А 63 В 43/04. Мяч / С.С.Ермаков (СССР). N 4492646/30-12; заявлено 14.10.88; опубл. 15.08.90, бюл. N 30 // Открытия. Изобретения. - 1990. - N 30. - С. 45.

4. Ермаков С.С. Компьютерная регистрация и обработка результатов соревновательной деятельности в волейболе. // Проблемы соревновательной деятельности / Тез. докл. межобл. науч.-практ. конф., 12-16 сентября 1990 г. - Харьков, 1990. - С. 124.

5. Ермаков С.С., Кошевой С.В. Моделирование системы основных технических приемов игры // Физическое совершенствование учащейся молодежи и повышение ее работоспособности: межвузовский сборник науч. тр. - Харьков, 1989. - Вып. 11. - С. 57-58.

6. Ермаков С.С. Тензодатчик // Физическое совершенствование учащейся молодежи и повышение ее работоспособности: межвузовский сборник науч. тр. - Харьков, 1989. - Вып. 11. - С. 46.

7. Топышев О.П., Ермаков С.С. Выбор оптимальной зоны расположения мяча при передаче сверху одной (двумя) руками в волейболе // Проблемы повышения мастерства спортсменов: Тез. докл. респ. науч.-практ. конф., 1-2 ноября 1989 г. - Чебоксары, 1989. -