511.53
И201

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

На правах рукописи

ИВАНОВ ВИТАЛИЙ ВИКТОРОВИЧ

ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА В СПОРТЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

13.00.04—теория и методика физического воспитания
и спортивной тренировки (включая методику
лечебной физкультуры)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Москва — 1976

Диссертационная работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте физической культуры (в лаборатории спортивной метрологии).

Научные руководители:

доцент, кандидат педагогических наук **Смирнов Ю. И.;**

старший научный сотрудник, кандидат технических наук, лауреат Государственной премии СССР **Полян Е. П.**

Официальные оппоненты:

профессор, доктор педагогических наук **Донской Д. Д.;**

старший научный сотрудник, кандидат технических наук **Дадашев Р. С.**

Ведущее учреждение: Московский областной педагогический институт им. Н. К. Крупской.

Защита диссертации состоится «22» декабря 1976 г. на заседании специализированного Совета К 046.04.01 по присуждению ученой степени кандидата наук Всесоюзного научно-исследовательского института физической культуры: Москва, ул. Казакова, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан «22» ноября 1976 г.

Ученый секретарь специализированного Совета, доцент, кандидат педагогических наук Смирнов Ю. И.

ЧИТАЛЬНА ЗАЛА
ЛДУФК

6411

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1. Актуальность проблемы исследования.

На протяжении всей истории науки основные методы познания явлений действительности — наблюдение и эксперимент (опыт) были тесно связаны с успехами разработки методики исследования. Это в полной мере относится и к изучению функций живого организма. Известны слова И. П. Павлова о том, что: «С каждым шагом методики вперед мы как бы поднимаемся ступенью выше, с которой открывается нам более широкий горизонт, с невидимыми раньше предметами» (И. П. Павлов, 1951). При этом каждое новое достижение методики быстро приводит к необходимости дальнейшего ее совершенствования и развития, так как быстро обнаруживаются недостатки, ограничивающие ее дальнейшее применение.

Современный спорт располагает большим арсеналом методических приемов, основанных на различных физических, химических и технических принципах (Р. С. Дадашев, 1970; Ю. И. Смирнов, 1976). В последние годы в спортивной науке и практике все более важное место занимают вопросы получения срочной и достоверной информации о комплексе параметров, характеризующих уровень развития двигательных навыков и функциональное состояние спортсмена в условиях его реальной двигательной деятельности. В современном представлении обучение спортсмена тому или иному движению является частным случаем управления (Л. Н. Ланда, 1962; Ю. В. Верхошанский, 1966; В. М. Зациорский, 1969; М. М. Гельфанд, В. С. Гурфинкель и др., 1970; Д. Д. Донской, 1971; В. М. Дьячков, 1972; В. В. Петровский, 1973; В. В. Кузнецов, А. А. Новиков, 1975). При этом объектом управления является человек. Из теории автоматического управления известно, что ни одна система не может оптималь-

БІБЛІОТЕКА
Харьковского государственного
института физической культуры

АЛАЗ АНЫЛАТЫР

функционировать без комплекса информации о текущем состоянии объекта управления. Иначе говоря, звено, замыкающее канал обратной связи и обеспечивающее съем информации с объекта управления (спортсмена), является одним из самых важных звеньев, без которого, в конечном счете, система управления становится разомкнутой, вследствие чего невозможна ее эффективная работа (Н. Винер, 1948). Следовательно, разработка технических средств обучения и контроля, методики их применения непосредственно в тренировочном процессе является одной из важнейших предпосылок обеспечения оптимального управления процессом подготовки спортсменов высокого класса.

Эффективность применения технических средств в спортивной тренировке показана рядом исследователей (В. С. Фарфель, 1962, 1965, 1970, 1975; И. П. Ратов, 1971, 1975; Т. А. Торхауэр, 1970; В. М. Зациорский, 1969; Д. Д. Донской, 1965, 1971; В. Т. Назаров, 1975; В. Н. Саблин, 1975 и др.). Многие выдающиеся спортсмены, выступающие в различных видах спорта, используют в своей тренировке различные технические средства и признают их полезность. Вместе с тем, дальнейшее развитие этого перспективного и эффективного научного направления в спорте сдерживается в значительной степени тем, что еще недостаточно активно внедряются современные инструментальные методы исследований и управления, в частности, автоматизированные системы регистрации и обработки информации. Это объясняется, прежде всего, следующими обстоятельствами: в спортивной науке пока еще нет четкой систематизации информативных параметров, используемых при управлении тренировочным процессом; не сформулированы также технические и методические требования к техническим средствам, используемым при управлении; большинство технических средств, используемых в биомеханических исследованиях, а также в ряде медико-биологических, разработаны (и разрабатываются) в институтах физической культуры отдельными специалистами или небольшими конструкторскими группами, носят случайный характер и выполняются кустарными методами. Технические характеристики таких приборов и устройств значительно различаются, что приводит к неоднозначности (несопоставимости) получаемой с помощью таких технических средств информации, а в некоторых случаях и к получению недостоверной информации. Кроме того, значительная часть технических средств тренировки и предложенные методики

не выдерживают основных методических требований к их применению. В частности: не обеспечивается максимальное подобие по двигательной задаче и проявлению физических качеств основным соревновательным упражнениям; не содержится обратной связи для обучения спортсменов при выполнении специальных заданий.

Таким образом, дальнейшее совершенствование инструментальных методов исследования, разработка унифицированных автоматизированных комплексных систем измерения, регистрации и обработки спортивно-педагогической информации, совершенствование тренировочного процесса на основе их применения, является актуальной проблемой спортивной науки и практики.

1.2. Основная цель исследования.

Все вышеизложенное определило выбор нашего исследования, основной целью которого явилось следующее: разработав комплекс специальных технических средств, изучить отдельные аспекты методики совершенствования тренировочного процесса спортсменов различной квалификации, выступающих в различных видах спорта, на основе применения разработанных технических средств, имея, при этом, прикладной задачей создание унифицированной автоматизированной системы измерения, регистрации и обработки информации для обучения и контроля в спорте.

1.3. Рабочая гипотеза исследования.

Предполагается, что применение в подготовке спортсменов различной квалификации и специализаций разработанных технических средств обучения и контроля, позволит повысить эффективность тренировочного процесса по сравнению с традиционными методами обучения.

1.4. Научная новизна и практическая значимость работы.

Впервые в спортивной науке, в результате проведенного изучения и систематизации комплекса задач, связанных с регистрацией биомеханических характеристик спортивных движений и параметров, характеризующих функциональное состояние спортсменов, анализа технических и метрологических характеристик этих параметров, разработаны и сформулированы основные технические и методические требования к техническим средствам, используемым в тренировочном процессе спортсменов различной квалификации и специализаций. Разработаны структура унифицированного автоматизирован-

ного измерительного комплекса, принципы построения автоматизированных устройств срочной информации, входящих в комплекс и на этой основе разработан, создан и проверен в практике подготовки спортсменов ряд технических средств, новизна и полезность которых подтверждены авторскими свидетельствами на изобретение.

Впервые разработаны, предложены и апробированы в практике подготовки спортсменов объективные количественные критерии оценки уровня подготовки спортсменов: коэффициент надежности двигательных действий гимнастов, выступающих в опорных прыжках, и интегральный коэффициент технической готовности спортсменов-стрелков, отражающий одновременно спортивно-технический результат и надежность его получения.

Проведенные исследования и эксперименты позволили рекомендовать в спортивную практику ряд разработанных автором технических средств обучения и контроля, которые помогут рационализировать тренировочный процесс и повысить его эффективность (акты внедрения технических средств в спортивную практику приведены в приложении к диссертации). Вместе с тем, приведенные выше основные результаты исследований позволят более обоснованно подходить к техническому оснащению «большого спорта» с учетом технических, метрологических и методических требований, отражающих специфику спортивно-педагогических измерений.

Работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и приложения (I глава—«Теоретико-практические предпосылки и проблема исследования»; 2 глава—«Цель, задачи, методы и организация исследования»; 3 глава—«Разработка принципов построения автоматизированных устройств и систем для совершенствования некоторых вопросов обучения и контроля в тренировочном процессе»; 4 глава—«Экспериментальное обоснование эффективности применения разработанных технических средств в практике тренировки спортсменов»).

Работа имеет 195 страниц машинописного текста, содержит 57 рисунков и 54 таблицы. В библиографии приведено 257 источников отечественной и 52 зарубежной литературы.

II. ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

На пути достижения поставленной цели исследования было необходимо решить следующие основные задачи:

1. Разработать комплекс технических средств, обеспечивающих эффективное обучение двигательным навыкам, совершенствование технических качеств и контроль функционального состояния спортсменов в процессе тренировки.

2. Экспериментально обосновать эффективность применения разработанных технических средств в практике подготовки высококвалифицированных спортсменов различных специализаций.

Для решения первой основной задачи было необходимо решить следующие частные задачи:

— изучить и систематизировать комплекс задач спортивной науки и практики, связанных с измерением и обработкой биомеханических и биомедицинских параметров;

— на основе метрологического анализа задач спортивной науки и практики, связанных с измерением, регистрацией и обработкой информации, разработать структуру унифицированного автоматизированного измерительного комплекса;

— сформулировать технические и методические требования к техническим средствам, входящим в автоматизированную систему;

— разработать и выбрать основные принципы построения автоматизированных устройств регистрации биомеханических и биомедицинских параметров.

При решении второй основной задачи исследования была осуществлена проверка эффективности применения разработанных технических средств в тренировочном процессе спортсменов различных специализаций и квалификации в пяти сериях экспериментов. Исследование на модели стрельбы по подвижным и неподвижным мишеням проводилось в процессе подготовки спортсменов сборной команды страны, ДСО и ведомств к различным ответственным соревнованиям в течение 1970—1974 гг. Исследования проводились на базе лаборатории стрелкового спорта ВНИИФК, тиров и стрельбищ г. Москвы, гг. Сухуми и Эльвы (ЭССР). В исследованиях участвовало 40 стрелков высокой и высшей квалификации (ЗМС, МС, КМС и разрядники). Результаты исследований, разработанные на их основе отдельные рекомендации, использовались и уточнялись нами в ходе текущей тренировоч-

ной работы совместно с тренерами (заслуженный тренер СССР Е. И. Поликанин, В. П. Романенко, Э. Ю. Меривяли). Исследования проводились в составе комплексной научной группы совместно со старшим научным сотрудником, заведующим лабораторией стрелкового спорта ВНИИФК В. П. Саблиным и аспирантом ВНИИФК Я. В. Гачечиладзе.

Проверка эффективности использования разработанных технических средств в подготовке гимнастов (опорный прыжок) проводилась на базе сборной команды СССР по спортивной гимнастике в течение трех месяцев ее подготовки к Олимпийским играм 1972 г. В исследованиях участвовало 20 гимнастов высшей квалификации—членов сборной команды СССР. Исследования проводились во время учебно-тренировочных сборов команды в г. Москве (Дворцы спорта «Лужники» и ЦСКА), г. Сухуми (олимпийская база), г. Минске (Дворец спорта), а также непосредственно в условиях ответственных контрольных соревнований в г. Минске и на предолимпийских соревнованиях на кубок СССР по спортивной гимнастике (г. Москва, июнь—июль, 1972 г.). Исследования проводились совместно со старшим научным сотрудником ВНИИФК, к. п. н. В. Н. Тихоновым в тесном контакте с тренерским составом сборной команды СССР (старший тренер команды мастер спорта СССР, к. п. н. В. Смолевский).

Исследования на модели фехтования осуществлялись на базе кафедры фехтования и современного пятиборья и проблемной лаборатории психологической подготовки спортсменов ГЦОЛИФК в период 1971—1973 гг. В исследовании приняли участие 30 спортсменов, в числе которых 16 мастеров спорта СССР, 12 кандидатов в мастера спорта, 2 перворазрядника. Исследования проводились совместно с аспирантом кафедры, мастером спорта СССР Ю. А. Хачатуряном.

Экспериментальное исследование геометрии масс тела спортсменов (гимнастов) с помощью разработанной автоматизированной системы осуществлялось в период с 1971 по 1973 гг. на базе лаборатории технической и скоростно-силовой подготовки ВНИИФК (зав. лабораторией доктор педагогических наук, профессор В. М. Дьячков) совместно со старшим научным сотрудником лаборатории, к. п. н. В. Н. Тихоновым. В исследовании приняли участие 50 спортсменов-гимнастов (25 мужчин и 25 женщин).

В процессе решения второй задачи нами использовались следующие методы исследования: анализ научной и научно-

методической литературы; регистрация, с помощью разработанных технических средств, параметров, характеризующих особенности технических действий и функциональное состояние спортсменов; видеозапись движений; педагогические эксперименты; методы математической статистики.

Исследования по первой основной задаче: разработка, конструирование и изготовление принципиально нового автоматизированного комплекса технических средств обучения и контроля в спорте осуществлялись нами в период с 1968 по 1975 г. на базе лаборатории разработки специальной научной аппаратуры ВНИИФК (с 1974 г. лаборатория спортивной метрологии). При решении первой задачи исследования использовались следующие методы: анализ графиков изменения усилий и других параметров во времени в различных локомоциях (по данным научной и научно-методической литературы), в результате которого определялись экстремальные значения кривой регистрируемого процесса, диапазон и скорость изменения параметра во времени (амплитудно-частотные характеристики); изучение спортивно-методической и технической литературы, консультации с ведущими тренерами, спортсменами и учеными; анализ материалов научно-технической конференции «Электроника и спорт»; патентных материалов, проспектов и каталогов иностранных фирм, материалов отечественных и международных выставок современных технических средств исследований; методы схемотехники, импульсной, электронной и радиотехники.

III. ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

III.1. Разработка автоматизированных устройств и систем обучения и контроля в тренировочном процессе.

На первом этапе разработки и конструирования автоматизированных технических средств обучения и контроля, используемых непосредственно в тренировочном процессе спортсменов различной квалификации и специализации, были осуществлены анализ и систематизация комплекса спортивно-педагогических и биомедицинских параметров, наиболее часто регистрируемых в спортивной науке и практике (по литературным данным).

В результате проведенного анализа было установлено, что биомеханические параметры спортивной техники и био-

медицинские параметры, регистрируемые в различных видах спорта, могут быть сведены (со спортивно-технической точки зрения) к измерению и анализу трех основных видов параметров: временных, амплитудных и интегральных. Следовательно, с технической точки зрения задача измерений указанных параметров является общей, а вопрос о разработке и создании современных автоматизированных измерительных комплексов можно и целесообразно решать в общем (унифицированном) виде. Вместе с тем, эти измерения связаны, в большинстве случаев, с преобразованием неэлектрических величин в электрические сигналы (регистрация биомеханических характеристик движений) и преобразованием, усилением, регистрацией и обработкой биоэлектрических сигналов (биопотенциалов сердца, мышц, мозга, импеданса тканей и мышц и т. д.). Поэтому, для обоснованного построения структуры унифицированного автоматизированного измерительного комплекса, разработки технических требований к приборам и устройствам, входящим в него, был проведен анализ технических и метрологических (точностных) характеристик исследуемых процессов. В результате анализа было установлено следующее: наибольшая величина усилия, развиваемая спортсменом в спортивных движениях, составляет около 10 тыс. Н (1000 Кгс) (при взаимодействии с опорой в опорном прыжке); наименьшая величина усилия — порядка 0,01 Н (0,001 Кгс) достигается в движениях точностного характера (например, в пулевой стрельбе); все биомеханические параметры по скорости их изменения во времени (по частотным характеристикам) можно условно разделить на четыре группы: высокочастотные (быстрые) движения — с частотой от 50 до 200 Гц; средние — с частотой в диапазоне от 10 до 50 Гц; низкочастотные с частотой от 1 до 10 Гц и инфранизкочастотные — от 0,1 до 1 Гц; значения измеряемых линейных перемещений лежат в диапазоне 10^{-3} — 2,5 (М); угловые перемещения в интервале от 10 угловых минут до 1440 угловых градусов; диапазон измеряемых скоростей составляет 0,1÷50 м/с; значения измеряемых ускорений находятся в диапазоне 10^{-3} ÷50 (g); измеряемые временные интервалы в диапазоне 10^{-3} ÷10 (С); частотный диапазон биомеханических параметров простирается от 0,1 до 100—200 Гц; подавляющее большинство регистрируемых в спорте биомедицинских параметров имеют частотный спектр, укладывающийся в интервале 0,001—500 Гц (практически регистрируется). Следовательно, частотные диапазоны биоме-

ханических и биомедицинских параметров перекрываются, что позволяет, в определенной степени, подойти к разработке технических требований к приборам и устройствам, входящим в автоматизированный комплекс, с общих позиций.

На основе вышеизложенных результатов исследований была разработана обобщенная структура унифицированного автоматизированного тренажерно-исследовательского комплекса, включающая в себя блок съема и первичного преобразования информации (блок датчиков); многоканальную динамическую радиотелеметрическую систему; блок цифровых измерительных приборов, содержащий три вида приборов: измерители временных интервалов, амплитудных и интегральных значений; блок первичной обработки информации (логические приставки); блок многоканальных графических и магнитных регистраторов, специализированные электронные вычислительные устройства, быстродействующие цифропечатающие устройства и устройства отображения информации (устройства обратной связи). Разработанная структура комплекса позволяет переходить от одной задачи исследований к другой, в основном, путем замены только датчиков, измеряемых параметров и логических устройств (приставок) при неизменной (на данном этапе развития приборостроения и систем управления) наиболее дорогостоящей части комплекса, включающей многоканальную РТС, цифровые измерительные приборы, вычислительные устройства и устройства отображения информации. Нетрудно видеть, что предложенная структура унифицированного автоматизированного комплекса целесообразна как с технической, методической, так и экономической точек зрения.

Далее на основе результатов анализа частотных, амплитудных и метрологических характеристик биомеханических и биомедицинских параметров, регистрируемых в спорте, с учетом методических особенностей измерений спортивно-педагогических параметров в условиях реальной двигательной деятельности спортсмена, были сформулированы основные технические и методические требования к приборам и устройствам, входящим в унифицированный автоматизированный комплекс. В заключение данного этапа исследования были разработаны и выбраны основные принципы построения автоматизированных устройств регистрации и обработки спортивно-педагогических и биомедицинских параметров в процессе тренировки.

Были разработаны и выбраны принципы построения следующих автоматизированных устройств и систем: 1) регистрации длительности отдельных фаз спортивных движений, 2) измерения и регистрации темпа и ритма движений; 3) регистрации амплитудных характеристик движений (перемещений, скорости, ускорения, экстремальных значений силы, изменения усилия во времени и т. д.); 4) измерения и регистрации моментов инерции тела спортсмена и его конечностей (геометрии масс тела); 5) регистрации периода сердечных сокращений и «пульсовой стоимости» упражнения; измерения и регистрации частоты и продолжительности задержки дыхания; 6) измерения латентных характеристик сенсомоторных реакций спортсменов на условные и специфические раздражители; 7) определения количественных показателей физиологического гремора; 8) регистрации и обработки биопотенциалов мышц.

Применение разработанных автоматизированных устройств дает возможность получать срочную информацию одновременно о комплексе биомеханических параметров спортивной техники и биомедицинских параметров, характеризующих функциональное состояние спортсмена во время выполнения задания. Вместе с тем, в случае выхода контролируемых параметров за заданные исследователем (тренером) пределы, системой подаются соответствующие сигналы (звуковые или световые), т. е. реализуется обратная связь в системе управления тренировочным процессом, что является одним из важнейших условий обеспечения оптимального управления процессом тренировки.

III.2. Экспериментальное обоснование эффективности применения разработанных технических средств в практике тренировки спортсменов (результаты педагогических экспериментов).

Основной целью педагогических экспериментов являлась проверка рабочей гипотезы исследования о возможности повышения эффективности процесса обучения и совершенствования спортивного мастерства спортсменов различной квалификации, выступающих в различных видах спорта, с помощью применения в тренировочном процессе разработанных технических средств. Данный этап исследования осуществлялся в пяти сериях экспериментов.

Первый эксперимент. Оценивалась эффективность применения разработанных технических средств в процессе подготовки спортсменов-стрелков по подвижным мишеням (на примере упражнения «бегущий кабан»). С помощью разработанной автоматизированной системы регистрировались следующие параметры: время реагирования на появление мишени, продолжительность выполнения вскидки оружия, общее время сенсомоторного акта, суммарное время подготовки и выполнения выстрела, частота и время задержки дыхания, частота сердечных сокращений и пульсовая стоимость упражнения.

Регистрация указанных параметров осуществлялась с целью определения и уточнения значений временных характеристик двигательного акта стрелка, направленного на подготовку и выполнение выстрела, выявления взаимосвязи этих параметров с квалификацией стрелков и результативностью стрельбы, а также основных (ведущих) фаз двигательного акта стрелка. В результате регистрации и обработки указанных параметров было установлено следующее: время реакции на появление мишени лежит в диапазоне 250÷275 (МС) при медленном движении мишени и 189÷211 (МС) на быстром; время вскидки соответственно 653÷703 (МС) и 577÷608 (МС); продолжительность поводки 3,28÷3,73 (С) и 1,47÷1,6 (С). Вместе с тем, установлено, что приведенные временные параметры имеют четко выраженные квалификационные различия: у высококвалифицированных стрелков изучаемые параметры имеют значительно меньший разброс от средней величины, чем у менее квалифицированных. Так у стрелков высокой квалификации (МСМК, МС) среднее квадратическое отклонение времени реагирования на появление мишени составляет $\sigma = 21{,}5$, а у менее квалифицированных (КМС, разрядники) значительно больше $\sigma = 54{,}5$. Аналогичный вывод следует из анализа фазы «вскидки» ($\sigma = 34{,}6$ и $\sigma = 55{,}0$). Приведенные данные находятся на уровне достоверных величин ($P < 0{,}05$). Корреляционный анализ взаимосвязи дисперсий исследуемых параметров техники стрелка с результативностью стрельбы показал, что наиболее тесно связанными с техническим результатом стрельбы являются время специфической реакции (коэффициент корреляции $r = 0{,}514$ при медленном движении мишени и $r = 0{,}695$ при быстром); время «вскидки» ($r = 0{,}648$ и $r = 0{,}789$) и время всего сенсомоторного акта ($r = 0{,}737$ и

r=0,708). Полученные данные находятся на уровне достоверных величин ($P<0,005$)

В педагогическом эксперименте приняли участие стрелки первого разряда и кандидаты в мастера спорта СССР. Участники эксперимента (14 человек) были разделены на две равноценные группы — экспериментальную и контрольную. Экспериментальная группа, кроме обычных занятий в условиях стрелкового полигона, применяла упражнения с оружием, имитирующие соревновательное упражнение и его основные фазы. Имитационные упражнения стрелков экспериментальной группы представляли собой отдельные части единого комплекса упражнений, выполнявшегося под контролем разработанных технических средств. Спортсмены контрольной группы в этом же объеме времени применяли общепринятые упражнения стрелков (И. М. Эсельсон, 1971; И. И. Никитин, 1971). Эксперимент проводился с января по май месяц 1974 г. на стрельбище «Динамо», в лаборатории стрелкового спорта ВНИИФК и закрытых тирах г. Москвы.

В конце тренировочного периода положительный сдвиг уровня технического мастерства стрелков экспериментальной группы по такому основному показателю, как спортивно-технический результат, составил 4,2% ($P<0,05$)—на «медленном беге» и 5,0% ($P<0,05$) на «быстром беге»; а у стрелков контрольной группы этот сдвиг значительно меньше: 1,0% ($P<0,05$) на «медленном» и «быстром беге». Сравнение результатов стрелков экспериментальной и контрольной групп по более объективному, интегральному показателю — коэффициенту технической готовности (Я. В. Гачечиладзе, В. Н. Саблин, В. В. Иванов, 1975) еще более наглядно и убедительно показало наличие более значительного положительного сдвига спортивного мастерства у стрелков экспериментальной группы: 0,43÷0,46 «медленный бег» ($P<0,001$) и 0,37÷0,38 «быстрый бег» ($P<0,01$), против 0,35÷0,39 «медленный бег» ($P<0,001$) и 0,30÷0,33 «быстрый»—у контрольной.

Интегральный коэффициент технической готовности (К), предложенный нами и отражающий одновременно технический результат в очках и его надежность (стабильность), определяется по следующей формуле: $K=\frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{\sum_{i=1}^{n} l_i}$ где: X—число

очков в i-ом выстреле; n—число выстрелов; l—расстояние в мм от центра i-ой пробоины до средней точки попадания СТП; Σ—знак суммирования. Значения коэффициента К всегда лежат в интервале $1 \geqslant K > 0$. При этом, чем ближе значение «К» приближается к единице, тем выше уровень технической готовности стрелка.

Таким образом, на основе проведенного статистического анализа результатов педагогического эксперимента, правомочно сделать вывод о том, что испытуемые экспериментальной группы, тренируясь в стрельбе по подвижным мишеням с использованием разработанных нами технических средств, повысили свои спортивно-технические показатели более значительно, чем стрелки контрольной группы, технических средств не применявшие.

Второй эксперимент. Проверялась эффективность разработанных технических средств в тренировочном процессе стрелков по неподвижным мишеням. В процессе исследований с помощью разработанной автоматической системы регистрировались амплитуда и частота колебаний оружия в вертикальной и горизонтальной плоскостях, частота и продолжительность задержки дыхания в процессе прицеливания в различных положениях. По результатам измерений выявлялись: зависимость параметров колебания оружия в процессе прицеливания от квалификации и степени утомления стрелка, влияние продолжительности задержки дыхания на устойчивость оружия в момент прицеливания. В результате проведенных экспериментальных исследований было установлено следующее: частота колебаний оружия в процессе прицеливания лежит в диапазоне 4÷8 (Гц), при этом не обнаружено достоверной взаимосвязи между частотным спектром колебаний и квалификацией стрелка. Обнаружена взаимосвязь между средней величиной амплитуды колебаний оружия и квалификацией стрелка — суммарная средняя амплитуда колебаний в вертикальной и горизонтальной плоскости уменьшается по мере роста квалификации стрелка. Полученный вывод совпадает с данными других исследований (А. Я. Корх, 1966; Г. А. Арутюнян, 1969 и др.). При измерении амплитуды колебания оружия в процессе непрерывного прицеливания на протяжении 30 С в трех положениях были выявлены три характерных периода (фазы). В первой фазе, начинающейся от начала наводки оружия на мишень с задержанным дыханием и оканчивающейся на 6÷7 (С), средняя амплитуда колебаний постепенно снижается. Характерной особенностью второй фазы

является наибольшая устойчивость оружия (минимальные значения амплитуды колебаний). Продолжительность второй фазы зависит от квалификации стрелка: у мастеров спорта СССР и мастеров спорта СССР международного класса она продолжается 6÷7 (С), а у стрелков менее квалифицированных (кандидаты в мастера и разрядники)—2÷3 (С). Характерно высокое сходство моментов наступления и продолжительности этой фазы при стрельбе из трех положений. Можно предполагать, что в этот период наибольшей устойчивости системы «стрелок—оружие» координационные возможности стрелков предельно мобилизованы. Минимальные значения амплитуды колебаний оружия отмечаются на 7÷11 (С). Возможно, что этот момент является оптимальным для производства выстрела с точки зрения устойчивости оружия. Третья фаза характеризуется постепенным увеличением амплитуды колебаний, что отражает, по всей вероятности, наличие прогрессирующего утомления при удержании статической позы, а также влияние гипоксических явлений.

Продолжительность задержки дыхания у испытуемых различной квалификации при прицеливании в положении лежа, стоя и с колена составляет соответственно 6,27÷8,34 (С); 9,70÷11,20 (С); 6,07÷8,96 (С). При этом, у стрелков высокой квалификации стабильность времени задержки дыхания выше, чем у стрелков менее квалифицированных (меньше значение среднего квадратического отклонения — σ и коэффициента вариаций V). Так в положении лежа у мастеров спорта международного класса σ равна 1,78; $V=21,78\%$, а у стрелков I разряда $\sigma=2,25$; $V=35,88\%$. Это отличие особенно явно выражено по данным, полученным на ответственных соревнованиях: у мастеров спорта международного класса в положении лежа $\sigma=1,69$· $V=20,36\%$, а у разрядников $\sigma=3,68$ $V=52,05\%$ (приведенные различия достоверны при 5% уровне значимости). Таким образом, на основании последнего вывода, мы вправе предложить данный показатель (величины σ и V%) для использования в практике стрелкового спорта в качестве одного из критериев оценки технической подготовленности стрелка.

В педагогическом эксперименте участвовали школьники в возрасте 13—15 лет, ранее стрелковым спортом не занимавшиеся. Занятия проводились в стрелковом комплексе ГЦОЛИФК в течение восьми месяцев по два раза в неделю. После предварительных занятий были сформированы две равноценные по уровню подготовки группы испытуемых, специа-

лизирующихся в стрельбе из малокалиберной винтовки (экспериментальная и контрольная группы). Экспериментальная группа перед началом основного тренировочного занятия в тире выполняла специальные имитационные упражнения под контролем технических средств. При этом давалось задание задерживать дыхание на фиксированные отрезки времени (2, 3, 5, 7, 10 С и т. д.), что позволяло выработать испытуемым чувство времени задержки дыхания и выбирать момент для обработки спуска (при минимальной амплитуде колебаний оружия). После окончания указанных вспомогательных упражнений экспериментальная группа переходила к практической стрельбе под контролем технических средств. Обучение другим компонентам техники стрельбы из винтовки проводились общепринятыми методами (А. А. Юрьев, 1958, 1962 и др.). Контрольная группа, в этом же объеме времени, тренировалась в стрельбе из трех положений с помощью общепринятых методов (И. А. Блинков, 1955; Л. С. Карачевский, 1956; А. А. Юрьев, 1958, 1962 и др.).

В конце педагогического эксперимента экспериментальная группа, применявшая в процессе занятий разработанные технические средства, добилась более значительного увеличения спортивно-технического результата и коэффициента технической готовности (К) соответственно: «лежа» — на 12,0 очков, 0,34 отн. ед.; «стоя»—на 24,0 и 0,20; с колена—25,0 и 0,27. По сравнению с показателями контрольной группы: «лежа»—10,9 и 0,24; «стоя»—23,0 и 0,18; «с колена»—20,0 и 0,19.

Третий эксперимент. Оценивалась эффективность использования разработанной автоматизированной системы регистрации спортивно-педагогических параметров опорных прыжков в подготовке гимнастов. С помощью системы регистрировались следующие параметры: скорость разбега, продолжительность опоры на мостике, время полета до коня, продолжительность опоры о коня, угол замаха, длительность второй фазы полета. По результатам измерений определялись значения временных характеристик основных фаз различных опорных прыжков, особенности парных взаимосвязей этих фаз, ведущие (доминирующие) фазы в координационной структуре опорных прыжков. В результате проведенных измерений было установлено, что для спортсменов высшей квалификации, выполняющих различные опорные прыжки, характерны следующие значения временных характеристик: скорость разбега—7,3÷8,4 м/с; длительность опоры на мостике—113÷122 мс; продолжительность первой по-

летной фазы—276÷286 мс; время опоры о копя—129÷169 мс; длительность второй полетной фазы 816÷1096 мс; высота первой полетной фазы 0,9÷1,1 м; второй 1,1 ÷ 1,5 м. Наиболее вариативна, а следовательно, наименее надежна фаза приземления (коэффициент вариации 24,4%); наименее вариативна оценка в баллах (4,12%), что свидетельствует об устойчивом двигательном навыке выполнения прыжка в целом на данном качественном уровне. Показано, что наибольшее влияние на оценку в баллах оказывают следующие показатели (ранжирование по степени влияния): высота первой и второй полетных фаз, длина второй полетной фазы, характер приземления, продолжительность второй полетной фазы. Разработан и апробирован в практике подготовки гимнастов количественный критерий надежности технических действий гимнастов в опорных прыжках, определяемый из следующего выражения: $C = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{A_{i\cdot ср.}}{A_{i\cdot опт.}}}{N}$ где: $A_{i\cdot ср.}$ среднее значение i-го параметра, характеризующего одну из основных фаз опорного прыжка, $A_{i\cdot опт.}$ —оптимальное значение этого параметра той же фазы прыжка, соответствующее заданной оценке, N—число параметров, характеризующих основные фазы прыжка (в своих расчетах мы выбрали 7 параметров), i—номер исследуемого параметра прыжка.

Значение коэффициента С всегда находится в интервале $0 < C \leqslant 1$. Этот коэффициент может только стремиться к 1, как к своему теоретическому пределу, при этом чем он ближе к 1, тем выше вероятность выполнения прыжка на заданную оценку и тем выше надежность выполнения прыжка. Эффективность разработанного нами подхода к оценке надежности выполнения опорных прыжков конкретным спортсменом подтверждена результатами выступления гимнастов в ответственных соревнованиях: занятые места в соревнованиях распределились соответственно прогнозу, сделанному нами на основе предложенных коэффициентов надежности. Применение разработанной системы позволило вести постоянный инструментальный контроль за временными и пространственными характеристиками опорных прыжков, выполняемых гимнастами—членами сборной команды СССР в течение длительного периода подготовки к Олимпийским играм 1972 года.

Четвертый эксперимент. Осуществлялись диагностика и практическое совершенствование в тренировочном процессе скоростных и точностных качеств фехтовальщиков с применением разработанного многопрограммного автоматизированного тренажерно-исследовательского комплекса. Регистрировались латентное время действия по биоэлектрической активности, латентное время действия, моторное время действия, общее время действия, общее время взятия контрзащиты, время контрответа, точность * нанесения уколов в различных ситуациях фехтовального поединка. По результатам измерений определялись и уточнялись значения временных и пространственных характеристик специфической сенсомоторной деятельности фехтовальщиков. В результате проведенного тестирования было установлено следующее: латентное время действия (ЛВД) в простой атаке выпадом прямо с места (328,1 мс) больше, чем ЛВД при принятии защиты с ответом прямо (259,1 мс). Общее время действия (ОВД) при простой атаке (713,7 мс) также больше ОВД при принятии защиты (561,8 мс). Точность нанесения уколов при принятии защиты с последующим ответом прямо с места (94,6%) выше, чем при простой атаке с выпадом прямо с места (92,8%). Суммарное время выполнения атаки выпадом прямо составляет 0,748 С. Общее время взятия контрзащиты (0,522 С) оказалось меньше общего времени атаки (0,748 С), а время контрответа (0,453 С)—меньше времени атаки (0,748 С) и контрзащиты (0,522 С). Точность дифференцирования при выборе 6-й или 4-й контрзащиты (95,6%) примерно равна точности нанесения уколов в атаке (96,1%). Для ситуации двойного положительного дифференцирования характерно следующее соотношение параметров фехтовальных действий: моторное время атаки максимально в третьей комбинации—0,738 С (атака шагом вперед с захватом и укол выпадом прямо). Максимальная точность нанесения уколов отмечена также при выполнении третьей комбинации (95,3%), а минимальная точность (88,1%) во второй комбинации — атака шагом вперед с захватом, перехват контратаки на начало захвата и ответ выпадом прямо. Точность первой стадии дифференцирования во всех моделируемых ситуациях оказалась абсолютной и наибольшей (100%). Точность

---

* Под точностью нанесения уколов, в данном случае, понималось отношение количества попаданий в мишень к общему числу попыток.

второй стадии дифференцирования максимальна—(100%) при выполнении третьей комбинации и минимальна (78,6%) при выполнении второй.

Результаты тестирования фехтовальщиков экспериментальной группы в начале и конце педагогического эксперимента показали, что фехтовальщики, тренируясь с использованием специальных педагогических методов с применением автоматизированного многопрограммного тренажерно-исследовательского комплекса, добились значительного совершенствования временных и точностных параметров фехтовальных действий. Так латентное время действия выполнения простой атаки выпадом прямо с места уменьшилось в конце эксперимента с 0,328 С до 0,275 С, общее время действия с 0,713 С до 0,626 С, моторное время действия с 0,385 С до 0,351 С, латентное время действия по биоэлектрической активности с 0,240 С до 0,197 С, разность между биоэлектрическим и механическим эффектами действия снизилась с 0,087 С до 0,077 С. На данном этапе эксперимента, направленного, в основном, на повышение скорости выполнения фехтовальных действий, несколько снизилась точность нанесения укола (с 92,8% до 88,7%). На втором этапе эксперимента повысилась и точность нанесения укола (до 97,9%).

Пятый эксперимент. В заключительном эксперименте проводилось исследование геометрии масс тела спортсменов-гимнастов с помощью разработанной автоматизированной системы. В результате сравнения моментов инерции звеньев тела гимнастов, имеющих одинаковый вес и рост, выявилось, что моменты инерции звеньев тела не пропорциональны весу и росту человека. При этом, в среднем, момент инерции левой руки у мужчин равен $4,24 \pm 1,35$ Кг СМС^2, а у женщин $2,5 \pm 0,99$ Кг СМС^2; правой руки у мужчин $3,88 \pm 0,73$ у женщин $2,51 \pm 0,78$ Кг СМС^2. Момент инерции ног у мужчин равен: левой—$26,23 \pm 4,97$ Кг СМС^2, правой $25,58 \pm 5,29$; левой ноги у женщин—$18,23 \pm 3,34$; правой $19,65 \pm 4,37$ Кг СМС^2. Таким образом, у мужчин момент инерции левой ноги больше момента инерции левой руки примерно в 6 раз, а у женщин в 7,4 раза; момент инерции правой ноги больше момента инерции правой руки в 6,6 раз у мужчин и в 7,8 раз у женщин. Момент инерции левой руки у мужчин больше, чем у женщин в среднем в 1,7 раза, а правой в 1,6 раза. Момент инерции левой и правой ног у мужчин больше, чем у женщин в 1,3 раза.

Установлено наличие асимметричного распределения массы у некоторых гимнастов между левыми и правыми конечностями, при этом варианты такого распределения различны, например, большим моментом инерции обладают одна или обе конечности с одной стороны тела, либо одна конечность левой стороны, а другая с правой. Асимметричное распределение массы между левыми и правыми конечностями тела может отрицательно влиять на технику исполнения упражнений (движений), в которых необходимо сохранять прямолинейность движения тела с одновременным маховым движением рук и ног, например, при выполнении акробатического элемента переворот назад. Следовательно, разработанная автоматизированная система регистрации моментов инерции человеческого тела и его конечностей может применяться также для определения у спортсменов различных асимметрий тела и его конечностей, вызванных различными патологическими явлениями, такими, например, как травмы скелетных мышц и связок верхних и нижних конечностей.

ВЫВОДЫ

1. В результате анализа и систематизации комплекса спортивно-педагогических параметров, регистрируемых в спортивной науке и практике, разработана обобщенная структура унифицированного автоматизированного тренажерно-исследовательского комплекса, включающая блок первичных преобразователей информации, многоканальную динамическую радиотелеметрическую систему, блок цифровых измерительных приборов, содержащий три вида приборов: измерители временных интервалов, амплитудных и интегральных значений; блок первичной обработки исходной информации (логические устройства—приставки), блоки многоканальных графических, осциллографических и магнитных регистраторов результатов измерений, специализированные электронные вычислительные устройства, быстродействующие цифропечатающие устройства и устройства отображения информации.

2. Предлагаемая структура автоматизированного комплекса срочной информации позволяет переходить от одной конкретной задачи исследований к другой, в основном, путем замены датчиков измеряемых параметров и логических

устройств—приставок при неизменной (на данном этапе развития приборостроения) наиболее дорогостоящей части системы, включающей цифровые измерительные приборы, многоканальную РТС, регистраторы, вычислительные устройства и устройства отображения информации. Такое построение системы целесообразно как с технической, методической, так и экономической точек зрения.

3. В результате проведенного анализа частотных, амплитудных и метрологических характеристик биомеханических и биомедицинских параметров, регистрируемых в спорте, разработаны технические и методические требования к приборам и устройствам, входящим в автоматизированный тренажерно-исследовательский комплекс.

4. На основе сформулированных требований осуществлен выбор и разработка основных принципов построения автоматизированных устройств регистрации и обработки ряда основных спортивно-педагогических параметров в процессе тренировки

5. Экспериментальное обоснование эффективности применения разработанных тренажерно-исследовательских комплексов в практике подготовки спортсменов осуществлено в пяти сериях педагогических экспериментов с участием спортсменов различной квалификации, выступающих в различных видах спорта: стрельбе (по подвижным и неподвижным мишеням), спортивной гимнастике (опорный прыжок) и фехтовании.

Результаты исследований и педагогических экспериментов подтвердили эффективность применения разработанных технических средств обучения и контроля непосредственно в тренировочном процессе спортсменов.

6. Предыдущий вывод позволяет рекомендовать для использования в практике подготовки спортсменов следующие средства срочной информации: автоматизированную радиотелеметрическую систему регистрации временных и амплитудных характеристик выполнения выстрела в стрельбе по подвижным и неподвижным мишеням; цифровую автоматизированную систему дистанционного измерения продолжительности задержки дыхания стрелком в процессе прицеливания; автоматизированный многопрограммный тренажерно-исследовательский комплекс для совершенствования скоростных и точностных качеств фехтовальщиков; цифровую автоматизированную систему регистрации спортивно-педагогических параметров опорных прыжков в подготовке гимнас-

тов; устройство для определения осевых моментов инерции тела спортсменов и его конечностей.

7. Разработаны и предложены объективные количественные критерии оценки уровня подготовки спортсменов: коэффициент надежности «С» двигательных действий гимнастов, выступающих в опорных прыжках, характеризующий надежность выполнения данного опорного прыжка на заданную оценку в баллах; интегральный коэффициент технической готовности спортсмена-стрелка «К», отражающий одновременно спортивно-технический результат в очках и надежность получения этого результата на соревнованиях.

* *
*

В приложении к диссертации приведены два авторских свидетельства на изобретение, выданные Комитетом по делам изобретений и открытий при СМ СССР; 5 актов внедрения автоматизированных устройств и систем в практику подготовки спортсменов, дипломы Всесоюзной научно-технической конференции и выставки «Электроника и спорт-4».

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Цифровой измерительный прибор В-1. Материалы 2-й Всесоюзной научно-методической конф. «Электронная техника в спорте», Киев, 1970, с. 13.

2. Электронная установка для исследования некоторых фаз прыжка фигуриста. Материалы 2-й Всесоюзной научно-методической конф. «Электронная техника в спорте», Киев, 1970, с. 62.

3. Электронное логическое устройство для автоматической регистрации периода колебаний при экспериментальном определении моментов инерции. Материалы 2-й Всесоюзной научно-методической конф. «Электронная техника в спорте», Киев, 1970, с. 64.

4. Устройство для диагностики и совершенствования скоростных параметров основных действий фехтовальщиков. Материалы 2-й Всесоюзной научно-методической конф. «Электронная техника в спорте», Киев, 1970, с. 167—168.

5. Автоматический комплекс для измерения некоторых временных параметров (обобщенные тезисы по 7 докладам). Тезисы докладов на 26 научно-технической конф. «Электроника в спорте», Л., 1971, с. 14—15.

6. Устройство для определения осевых моментов инерции тела человека и его конечностей. Авторское свидетельство № 343685, бюллетень изобретений № 21, 7.07.72.

7. Миниатюрный унифицированный усилитель. Научные труды ВНИИФК. 1970, т. 2, М., 1972, с. 166—167.

8. Система автоматической регистрации временных характеристик опорных и полетных фаз в беге. Тезисы докладов на III Всесоюзной научно-технической конф. «Электроника и спорт-III», часть I, Л., 1972 с. 38—39.

9. Устройство для определения времени задержки дыхания. Авторское свидетельство на изобретение № 490458, бюллетень изобретений № 41, 05.11.75.

10. Система автоматической регистрации временных параметров основных фаз опорного прыжка. Материалы Всемирного научного конгресса «Спорт в современном обществе», раздел «Педагогика», М., 1974.

11. Устройство для автоматической регистрации экстремальных значений развиваемых усилий и времени их достижения. Материалы научно-технической конф. «Электроника и спорт-IV», М., 1975, с. 32.

12. К вопросу создания автоматизированных систем и устройств измерения, регистрации и контроля параметров, характеризующих функциональное состояние спортсмена. Материалы научно-технической конф. «Электроника и спорт-IV», М., 1975, с. 80.

13. Критерии надежности технических действий гимнастов. «Теория и практика физической культуры», 1975, № 8, с. 5—7.

14. Особенности взаимосвязей различных фаз опорных прыжков. «Теория и практика физической культуры», 1976, № 1, с. 213.

Материалы диссертации доложены:

1. На Всесоюзной научно-методической конф. «Электронная техника в спорте», Киев, октябрь, 1970.

2. На Всесоюзной научно-технической конф. «Методы и приборы срочной информации в спорте», М., ноябрь, 1975.

3. На научном семинаре лаборатории спортивной метрологии ВНИИФК, М., декабрь, 1975.