

Дж.Х. УМАРОВ  
А. АКБАРОВ

---

# СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ



**МИНИСТЕРСТВО ПО ДЕЛАМ КУЛЬТУРЫ  
И СПОРТА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**УЗБЕКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ  
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ**

**УМАРОВ ДЖАМШИД ХАСАНОВИЧ  
АКБАРОВ АХМАТЖОН**

# **СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ**

*Рекомендовано Министерством высшего и среднего  
специального образования в качестве учебного  
пособия для профессиональных колледжей*

**Ташкент  
Издательство «Наврўз»  
2015**

**УЎК:115.10.4**

**КБК: 80(50‘zb)8**

**M85**

*Рецензенты:* **С.С. Сулайманов** – д.т.н., проф.;  
**И.М. Исроилов** – к.ф.-м.н.

**Спортивная метрология. Учебное пособие / Дж.Х. Умаров, А. Акбаров; / Т.: Издательство «Наврўз». 2015, 152 с.**

Учебное пособие написано в соответствии с программой курса по предмету «Спортивная метрология» для учащихся профессиональных колледжей спортивного направления.

В нем рассмотрены основные понятия, определения и формулы из теории измерений, метрологические основы современной теории педагогического контроля в физическом воспитании и спорте, математические методы и их применение для обработки и анализа результатов контроля и планировании учебно-тренировочного процесса, основы теории оценок, методы количественной оценки количественных показателей, основные понятия квалиметрии, показатели спортивной подготовленности спортсменов, технология и методические приемы регистрации, обработки и анализа показателей физического состояния спортсменов, их тактико-технического мастерства, тренировочных нагрузок в области физического воспитания и спорта.

**УЎК:115.10.4**  
**КБК: 80(50‘zb)8**

ISBN 978-9943-38-156-8

© Издательство «Наврўз», 2015  
© Умаров Дж.Х., Акбаров А., 2015



## Предисловие

Некоторые, применяемые в чисто практической области педагогических исследований, методы математической статистики становятся все более популярными в такой далекой от математики, какой является физическая культура и спорт. Это объясняется просто: с помощью математической статистики специалистами-практиками можно получить мощный, хорошо разработанный аппарат для объективного и разностороннего анализа результатов педагогического, психологического и т.п. исследований, а также выработки практических рекомендаций по совершенствованию спортивной подготовки.

Математизации процессов и обработки массивных результатов измерений немало способствует современная сплошная компьютеризация с их масштабными возможностями. Кроме того, вместе с современными компьютерами предоставляются пользователям «всевозможные» пакеты готовых практических программ по статистике для разнообразных случаев. Кажущееся сверхестественная сложность, которая свойственна статистическим методам, перестала быть определяющей и главной в их практическом применении.

Однако, следует помнить, что никакие даже самые современные компьютеры с их мощными приложениями не снимают решение главной проблемы, которая возникает при практическом использовании, в основном, формальных методов математической статистики. Эта серьезная проблема связана с опасностью неверной трактовки результатов, одних из самых популярных статистических методов с спорте, корреляционного и регрессионного анализа.

Некоторые авторы делают следующее, связанное с ним, предостережение: «разумеется, нет необходимости отказываться от ЭВМ при расчетах задач регрессии и корреляции, но не следует увлекаться программами, дающими мириады ответов независимо от смысла задачи.

Тем, кто понимает суть регрессии и корреляции, советы не нужны. Тем, кто не понимает, никакие советы не помогут». Математическая статистика - один из сложнейших разделов математики, и большинство книг, в том числе и учебных пособий по статистике, требуют от читателя специальной математической подготовки в объеме вузовского курса высшей математики. В этих источниках литературы при описании условий применения статистических методов пользуются изящные математические выражения под названием «математические модели». Учитывая вышеизложенное, одной из основных целей данного пособия является по возможности упрощение материала без ущерба содержательной стороны математических методов статистики – изложение материала в форме, доступной для учащихся профессиональных колледжей спортивного профиля. С другой стороны, еще одной характерной особенностью подобного пособия должна быть практическая направленность, к чему и стремились авторы. И наконец главной целью была определена то, чтобы раскрыть содержательную сторону спортивной метрологии и применения в ней математической статистики.

Содержание учебного пособия «Спортивная метрология» составляют материалы, освещающие:

- метрологические основы измерений и контроля в физической культуре и спорте;
- основы теории тестов;
- основные понятия теории оценок;
- количественная оценка качественных показателей;
- показатели спортивной подготовленности спортсменов.

Учебное пособие состоит из семи разделов, глоссария и списка использованной литературы.

Он содержит много интересной и полезной информации для преподавателей и учащихся колледжей.

Авторы понимают, что в данном учебном пособии могут быть недостатки, и будут признательны за любые критические замечания в их адрес, а также за пожелания по его улучшению.

---

# РАЗДЕЛ I. ВВЕДЕНИЕ В СПОРТИВНУЮ МЕТРОЛОГИЮ

## 1.1. Предмет спортивной метрологии

Спортивная метрология - это наука об измерениях в физическом воспитании и спорте. Ее нужно рассматривать как конкретное приложение к общей метрологии, основной задачей которой, как известно, является обеспечение точности и единства измерений.

Однако как учебная дисциплина спортивная метрология выходит за рамки общей метрологии. Связано это с тем, что специалисты - метрологи основное внимание сосредоточивают на проблемах единства и точности измерений физических величин. К ним относятся: длина, масса, время, температура, сила электрического тока, сила света и количество вещества.

В физическом воспитании и спорте некоторые из этих величин (время, масса, длина, сила) также подлежат измерению. Но более всего специалистов интересуют педагогические, психологические, социальные, биологические показатели, которых по своему содержанию нельзя назвать физическими. Методикой их измерения общая метрология практически не занимается, и поэтому возникла необходимость разработки специальных измерений, результаты которых всесторонне характеризуют подготовленность физкультурников и спортсменов.

Таким образом, предметом спортивной метрологии является комплексный контроль в физическом воспитании и спорте и использование его результатов в планировании подготовки спортсменов и физкультурников.

В практике физического воспитания и спорта достаточно широко распространены представления о том, что ком-

плексным может называться такой контроль, в ходе которого используются педагогические, психологические, социологические и другие показатели. Такой подход, как правило, односторонен, так как не позволяет реализовать конечную цель контроля - получить надежную и достоверную информацию для управления процессом физического воспитания и спортивной подготовки. Можно использовать, например, все существующие методы контроля, оценивая только соревновательную (или только тренировочную) деятельность, и не получить при этом комплексной оценки. Поэтому комплексным можно называть лишь такой контроль, в ходе которого регистрируются различные показатели соревновательной и тренировочной деятельности, а также состояние спортсменов. Только в этом случае, возможно сопоставить их значения, установить причинно - следственные связи между нагрузками и результатами в соревнованиях и тестах.

После такого сопоставления и анализа можно приступить к разработке программ и планов подготовки. Различают три разновидности комплексного контроля: этапный, текущий и оперативный.

## **1.2. Становление спортивной метрологии**

Традиционно метрология занималась измерением только физических величин.

В последние десятилетия были созданы методы, позволяющие измерять разнообразные показатели нефизической природы (психологические, биологические, социологические, педагогические и др.).

Однако, среди метрологов нет единой точки зрения о границах своей науки. Мы придерживаемся распространенного толкования метрологии как науки о всех видах измерения.

Гениально высказался нобелевский лауреат Арчибальд Вивиан Хилл:

**«Наибольшее количество сконцентрированных физиологических данных содержится не в книгах по физиологии..., а в мировых рекордах по бегу».**

**Первым заинтересовался «кривой рекордов» Кенелли [31], предложивший для ее описания гиперболическую функцию. Публикация Кенелли предопределила дальнейшее развитие работ в этой области.**

**Созданная им интерполяционная формула для описания «кривой рекордов» оставалась неизменной долгое время. Для аппроксимации эмпирических данных использовался следующий прием. Имея три основные переменные - дистанцию, время и скорость, исследователь строил графики «дистанция - время», «дистанция - скорость», «скорость - время», откладывая на осях обычно не сами эмпирические данные, а их логарифмы.**

**Под преобразованные таким образом данные подбирались интерполяционные формулы. Наиболее полно и методически обоснованно современное состояние спортивной метрологии изложено В.М. Зациорским и институтами физической культуры и в учебном пособии с тождественным названием С.В. Начинской [11, 15, 21]. В них изложены:**

**- основы измерений в физической культуре и спорте (измерение физических величин, единицы измерений и показателей в спортивной метрологии, средства измерений, шкалы, объекты измерений в спортивной метрологии, нормы, шкалы оценок);**

**- методы первичной обработки фактического измерения материала метод средних величин - образование вариационных рядов, виды вариационных рядов и их графическое изображение, решение типовых задач методом средних величин; выборочный метод - основные понятия выборочного метода, элементы теории вероятностей, нормальный закон распределения, соответствие нормальному закону, организация выборки, определение показателей генеральной совокупности, понятие о статистической достоверности, решение типовых задач ФКС на статистическую достоверность;**



- корреляционный анализ - способы анализа силы взаимосвязи, виды корреляции, способы выражения корреляции, коэффициент корреляции Бравэ-Пирсона, ранговый коэффициент корреляции Спирмена, корреляционные отношения, множественная корреляция, решение типичных задач ФКС на корреляцию, графическое изображение статистических данных ;

- принципы выявления тенденций и закономерностей в спорте (анализ и прогноз - использование анализа, прогноза и многомерных методов, ряды динамики (временные ряды)), метод индексов, дисперсионный анализ;

- квалиметрия, или методы количественной оценки качества показателей - атрибутивные понятия, анкетирование, латентный анализ, экспертизы, или метод экспертных оценок; контент- анализ-классификация, определение критерия классификации, факторный анализ, метод корреляционных плеяд, комбинаторный анализ;

- подходы к тестированию спортсменов (европейское и американское тестирование, общепринятые тесты, надежность и информативность тестов);

- принципы моделирования спортивных состязаний (принцип статистического перебора - шаг перебора и комплект моделей, модель «Тактика спринтерского бега», модель «Режимы прохождения дистанций в академической гребле»; принцип сравнения с эталоном - модель «Техника старта в велосипедном спорте»; принцип комбинаторных сочетаний - определение принципа комбинаторных сочетаний, модель «Атакующие действия в фехтовании», принцип этапонизации средств физического воздействия, связка статистических методов.

Кроме того, заслуживает отдельного внимания словарь-справочник по спортивной метрологии В.Б. Коренберга, который содержит более 1600 терминов, раскрывающих важные положения для контроля процесса спортивной подготовки.

### **1.3. Управление процессом подготовки спортсменов**

Управление процессом подготовки спортсменов включает в себя пять стадий:

- 1) сбор информации о спортсмене, а также о среде, в которой он живет, тренируется и соревнуется;
- 2) анализ полученной информации;
- 3) принятие решений о стратегии подготовки и составление программ и планов подготовки;
- 4) реализация программ и планов подготовки;
- 5) контроль за ходом реализации, внесение необходимых коррекций в документы планирования и составление новых программ и планов.

Известно, что цель любого управления - это перевод объекта (системы) из одного состояния в другое.

Применительно к подготовке спортсменов этот перевод выражается прежде всего в повышении результата в соревнованиях.

На отдельных этапах подготовки могут стоять и более локальные задачи - повышение технико - тактического мастерства, уровня волевых и двигательных качеств. В конечном счете решение каждой из них будет воздействовать на достижение более высоких результатов в соревнованиях. Перевод объекта из одного состояния в другое осуществляется с помощью воздействий.

В подготовке спортсменов к ним следует отнести выполнение различных упражнений, а также использование некоторых других факторов - внешней среды, специального питания и т.п. Эффективность воздействий, а следовательно, и эффективность управления тренировочным процессом обуславливается тем, насколько реальные изменения подготовленности спортсменов соответствуют запланированным тренером.

Оценить эти изменения можно по многим показателям, но на практике используются наиболее существенные, или информативные.

Сбор информации (первая стадия управления) необходимо рассматривать как наиболее важную стадию управления тренировочным процессом.

От достоверности информации зависит содержание принимаемых решений по планированию нагрузок.

Для содержательного анализа необходима информация о соревновательных и тренировочных нагрузках и состоянии спортсменов.

Теоретически таких показателей может быть очень много, что хорошо видно из следующего примера. Предположим, что нам необходимо проанализировать информацию о состоянии соревновательной и тренировочной деятельности спринтеров- легкоатлетов.

В соревновательном беге спринтеров можно измерять следующие показатели: время реакции; время достижения максимальной скорости, ее удержания и снижения, скорость в различных точках дистанции; длину и частоту шагов; колебания общего центра масс и сегментов тела, их скорости и ускорения; время опорной и полетной фаз в различных точках дистанции; вертикальную и горизонтальную силы отталкивания; затраты энергии и т.д. Тренировочная деятельность спринтеров характеризуется следующими показателями: количеством тренировочных занятий; временем, затраченным на них; частными объемами упражнений различной направленности. Физическое состояние спринтеров, оцениваемое в стандартных условиях, характеризуется:

-уровнем телосложения (длина и масса тела, объем мышечной и жировой ткани, длина сегментов тела и т.д.)

-состоянием здоровья (десятки различных медицинских показателей);

-степенью развития двигательных качеств, измеряемых в стандартных условиях (максимальные аэробные и

**анаэробные емкость, мощность и эффективность; силовые показатели сгибателей и разгибателей ног, туловища и т.д.).**

Кроме того, необходимо оценивать психические качества спортсменов – это еще десятки показателей.

Таким образом, теоретически можно измерять сотни различных показателей, но на практике это сделать нельзя: во - первых, это будет занимать слишком много времени; во- вторых, потребуется много дорогостоящей аппаратуры и обслуживающего персонала; в-третьих, и это самое главное, многие из показателей недостаточно надежны и информативны.

Поэтому основной задачей в такой ситуации является **выбор оптимального количества показателей, с помощью которых можно получить максимум полезной информации и использовать ее в управлении процессом подготовки спортсменов.**

---

---

## РАЗДЕЛ II . ОБЩИЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИЗМЕРЕНИЙ

Развитие науки и техники всегда было связано с прогрессом в области измерений. В физике, механике и других точных науках именно измерения позволяли устанавливать зависимости, отражающие объективные законы природы. Вместе с тем, и в ряде других наук, таких как физиология, медицина, биомеханика, педагогика и др., измерения являются одним из основных способов познания закономерностей функционирования биологических объектов, систем организма человека и т. д. Большое значение измерений для науки подчеркивали многие ученые: «Измеряй все доступное измерению и делай доступным все недоступное ему» (Г. Галилей); «Наука начинается с тех пор, как начинает измерять, точная наука немыслима без меры» (Д.И. Менделеев).

В настоящее время все более широкое применение измерений отмечается в спортивной науке и практике. При этом используются почти все существующие виды и методы измерений (радиоэлектронные, оптоэлектронные, биофизические, биохимические, ультразвуковые, лазерные и др.). Эти многочисленные средства и методы измерений широко используются для решения самых разнообразных задач комплексного контроля и управления процессом подготовки спортсменов высокой квалификации, а также занимающихся массовыми формами физического воспитания и профессионально-прикладной физической подготовкой. Вместе с тем, именно специфические особенности спортивнопедагогических измерений, осуществляемых на таком сложном биообъекте, каким является спортсмен высокой квалификации в экстремальных динамических условиях его двигательной деятельности, не нашли до настоящего времени должного теоретического и экспериментального обоснования.

Измерения различают по способу получения информации, по характеру изменений измеряемой величины в процессе измерений, по количеству измерительной информации, по отношению к основным единицам. По способу получения информации измерения разделяют на прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Прямые измерения – это непосредственное выражение физической величины её мерой. Например, при определении длины предмета линейкой происходит выражение искомой величины (количественного выражения значения длины) линейной мерой.

Косвенные измерения отличаются от прямых тем, что искомое значение величины устанавливают по результатам прямых измерений таких величин, которые связаны с искомой определенной зависимостью. Так, если измерить силу тока амперметром, а напряжение вольтметром, то по известной функциональной зависимости трёх величин можно рассчитать мощность электрической цепи.

Совместные измерения – это измерения двух или более неоднородных физических величин для определения зависимости между ними. Совокупные и совместные измерения часто применяют в измерениях различных параметров и характеристик в различных областях,

По характеру изменения измеряемой величины в процессе измерений бывают статистические, динамические и статические измерения. Статистические измерения связаны с определением числовых характеристик случайных процессов, звуковых сигналов, уровня шумов и т. д. Статические измерения имеют место тогда, когда измеряемая величина практически постоянна. Динамические измерения связаны с такими величинами, которые в процессе измерений претерпевают те или иные изменения. Статические и динамические измерения в идеальном виде на практике редки.

По количеству измерительной информации различают однократные и многократные измерения.

Однократные измерения - это одно измерение одной величины, то есть число измерений равно числу измеряемых величин. Практическое применение такого вида измерений всегда сопряжено с большими погрешностями, поэтому следует проводить не менее трех однократных измерений и находить конечный результат как среднее арифметическое значение.

Многократные измерения характеризуются превышением числа измерений количества измеряемых величин. Обычно минимальное число измерений в данном случае не меньше трех. Преимущество многократных измерений в значительном снижении влияния случайных факторов на погрешность измерения.

По отношению к основным единицам измерения делят на абсолютные и относительные. Абсолютными измерениями называют такие, при которых используется прямое измерение одной (иногда нескольких) основной величины и физическая константа. Так, в известной формуле Эйнштейна  $E=mc$  масса ( $m$ ) – основная физическая величина, которая может быть измерена прямым путем (взвешиванием), а скорость света ( $c$ ) – физическая константа (скорость распространения света).

Относительные измерения базируются на установлении отношения измеряемой величины к однородной, применяемой в качестве единицы. Естественно, что искомое значение зависит от используемой единицы измерений. С измерениями связаны такие понятия, как «шкала измерений».

## 2.1. Основные понятия

Измерением какой-либо физической величины называется операция, в результате которой определяется, во сколько раз эта величина больше (или меньше) другой величины, принятой за эталон. Так, за эталон длины принят метр, и, проводя измерения в соревнованиях или в тесте, мы узнаем, сколько метров, например, содержится в результате,

показанном спортсменом, в прыжке в длину, в толкании ядра и т.д. Точно так же можно измерить время движений, мощность, развиваемую при их выполнении и т.п.

Но не только такие измерения приходится выполнять в спортивной практике. Очень часто нужно оценить выразительность исполнения упражнений в фигурном катании или художественной гимнастике, сложность движений прыгунов в воду, утомление марафонцев, тактическое мастерство футболистов и фехтовальщиков. Здесь узаконенных эталонов нет, но именно эти измерения во многих видах спорта наиболее информативны. В этом случае измерением будет называться установление соответствия между изучаемыми явлениями, с одной стороны, и числами - с другой.

Внедрение научно - технического прогресса в физическое воспитание и спорт начинается с комплексного контроля. Информация, получаемая здесь, служит основой для всех последующих действий тренеров, научных и административных работников. Тысячи тренеров и специалистов, оценивающих какие-то показатели (например, выносливость бегунов - спринтеров или эффективность техники боксеров), должны это делать одинаково. Для этого существуют стандарты на измерения.

Стандарт – это нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации (в данном случае к спортивным измерениям) и утвержденный компетентным органом. Использование стандарта повышает точность, экономичность и единство измерений.

Метрологическое обеспечение - это применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и точности измерений в физическом воспитании и спорте. Техническая основа включает в себя: 1) систему государственных эталонов; 2) систему разработки и выпуска средств измерений; 3) метрологическую аттестацию и проверку средств и



методов измерений; 4) систему стандартных данных о показателях, подлежащих контролю в процессе подготовки спортсменов.

Метрологическое обеспечение направлено на то, чтобы обеспечить единство и точность измерений. Единство измерений достигается тем, что их результаты должны быть представлены в узаконенных единицах и с известной вероятностью погрешностей. В настоящее время используется международная система единиц (СИ). Основными единицами физических величин в СИ являются единицы длины метр (м); массы – килограмм (кг); времени – секунда (с); силы электрического тока – ампер (А); термодинамической температуры – кельвин (К); силы тока – кандела (КД); количества вещества – моль (моль). Дополнительные единицы СИ: радиан (рад) и стерadian (стрд) – для измерения плоского и телесного углов соответственно.

Кроме того, в спортивно – педагогических измерениях используются следующие единицы измерений: силы – ньютон (Н); температуры – градусы Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ), частоты – герц (Гц), давления – паскаль (Па), объема – литр, миллилитр (л, мл).

С помощью расчетов из этих основных единиц получают производные. Например, работа, производимая движущимся телом, измеряется как произведение силы на массу (Ньютон  $\times$  метр - Н  $\times$  м). Мощность - как работа в единицу времени - измеряется в Н  $\times$  м/с., скорость в м/с и т.д.

Достаточно широко используются в практике внесистемные единицы.

Например, мощность измеряется в лошадиных силах (л.с.), энергия - в калориях, давление - в миллиметрах ртутного столба. Интенсивность (или мощность) упражнений измеряется в ваттах: 1Вт.

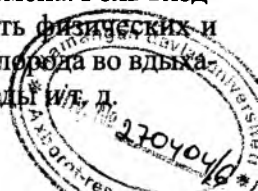
В практике спорта широкое распространение получил такой показатель, как энерготраты (в ккал) при выполнении упражнений в единицу времени. Довольно часто, оценивая интенсивность упражнения, отмечают, что оно выполняется при потреблении кислорода на уровне, предположим, 4 л/мин.

## 2.2. Особенности измерения в физической культуре и спорте

Основными измеряемыми и контролируруемыми параметрами в спортивной медицине, тренировочном процессе и в научных исследованиях по спорту являются физиологические («внутренние»), физические («внешние») и психологические параметры тренировочной нагрузки и восстановления; параметры качеств силы, быстроты, выносливости, гибкости и ловкости; функциональные параметры сердечно-сосудистой и дыхательной систем, биомеханические параметры спортивной техники; линейные и дуговые параметры размеров тела. Как и всякая живая система, спортсмен является сложным, нетривиальным объектом измерения. От привычных классических объектов измерения спортсмен имеет ряд отличий: изменчивость, многомерность, качественность, адаптивность и подвижность.

Изменчивость – непостоянство переменных величин, характеризующих состояние спортсмена и его деятельность. Непрерывно изменяются все показатели спортсмена: физиологические (потребление кислорода, частота пульса и др.), морфоанатомические (рост, масса, пропорции тела и т. п.), биомеханические (кинематические, динамические и энергетические характеристики движений), психофизиологические и т. д. Изменчивость делает необходимыми многократные измерения и обработку их результатов методами математической статистики.

Многомерность – большое число переменных, которые нужно одновременно измерять, для того чтобы охарактеризовать состояние и деятельность спортсмена. Наряду с «выходными переменными», характеризующими спортсмена, следует контролировать и «входные переменные», характеризующие влияние внешней среды на спортсмена. Роль входных переменных могут играть интенсивность физических и эмоциональных нагрузок, концентрация кислорода во вдыхаемом воздухе, температура окружающей среды и т. д.



Стремление уменьшить число измеряемых переменных - характерная особенность спортивной метрологии. Оно обусловлено не только организационными трудностями, возникающими при попытках одновременно зарегистрировать много переменных, но и тем, что с ростом числа переменных резко возрастает трудоемкость их анализа.

Квалитативность – качественная характеристика, при отсутствии точной количественной меры.

Физические качества спортсмена, свойства личности и коллектива, качество инвентаря и многие другие факторы спортивного результата еще не поддаются точному измерению, но, тем не менее, должны быть оценены как можно точнее. Без такой оценки затруднен дальнейший прогресс как в спорте высших достижений, так и в массовой физкультуре, остро нуждающейся в контроле состояния здоровья и нагрузок занимающихся.

Адаптивность – свойство человека приспосабливаться (адаптироваться) к окружающим условиям. Адаптивность лежит в основе обучаемости и дает спортсмену возможность осваивать новые элементы движений и выполнять их в обычных и в усложненных условиях (на жаре и холоде, при эмоциональном напряжении, утомлении, гипоксии и т. д.). Но одновременно адаптивность усложняет задачу спортивных измерений.

При многократных исследованиях спортсмен привыкает к процедуре исследования («учится быть исследуемым») и по мере такого обучения начинает показывать иные результаты, хотя его функциональное состояние при этом может оставаться неизменным.

Подвижность – особенность спортсмена, основанная на том, что в подавляющем большинстве видов спорта деятельность спортсмена связана с непрерывными перемещениями. По сравнению с исследованиями, проводимыми с неподвижным человеком, измерения в условиях спортивной деятельности сопровождаются дополнительными искажениями регистрируемых кривых и ошибками в измерениях.

### 2.3. Шкалы измерений

Шкала измерений – это упорядоченная совокупность значений физической величины, которая служит основой для ее измерения. Поясним это понятие на примере температурных шкал. В шкале Цельсия за начало отсчета принята температура таяния льда, а в качестве основного интервала (опорной точки) – температура кипения воды. Одна сотая часть этого интервала является единицей температуры (градус Цельсия). В температурной шкале Фаренгейта за начало отсчета принята температура таяния смеси льда и нашатырного спирта (либо поваренной соли), а в качестве опорной точки взята нормальная температура тела здорового человека. За единицу температуры (градус Фаренгейта) принята одна девяносто шестая часть основного интервала. По этой шкале температура таяния льда равна  $+ 32^{\circ}\text{F}$ , а температура кипения воды  $+ 212^{\circ}\text{F}$ . Таким образом, если по шкале Цельсия разность между температурой кипения воды и таяния льда составляет  $100^{\circ}\text{C}$ , то по Фаренгейту она равна  $180^{\circ}\text{F}$ . На этом примере мы видим роль принятой шкалы, как в количественном значении измеряемой величины, так и в аспекте обеспечения единства измерений. В данном случае требуется находить отношение размеров единиц, чтобы можно было сравнить результаты измерений, то есть  $t^{\circ}\text{F}/t^{\circ}\text{C}$ . В метрологической практике известны несколько разновидностей шкал: шкала наименований, шкала порядка, шкала интервалов, шкала отношений и др.

Шкала наименований – это своего рода качественная, а не количественная шкала, она не содержит нуля и единиц измерений.

Примером может служить атлас цветов (шкала цветов). Процесс измерения заключается в визуальном сравнении окрашенного предмета с образцами цветов (эталонными образцами атласа цветов).

Поскольку каждый цвет имеет немало вариантов, такое сравнение под силу опытному эксперту, который обладает не

только практическим опытом, но и соответствующими особыми характеристиками зрительных возможностей.

Шкала порядка характеризует значение измеряемой величины в баллах (шкала землетрясений, силы ветра, твердости физических тел и т. п.).

Шкала интервалов (разностей) имеет условные нулевые значения, а интервалы устанавливаются по согласованию. Такими шкалами являются шкала времени и шкала длины.

Шкала отношений имеет естественное нулевое значение, а единица измерений устанавливается по согласованию. Например, шкала массы (обычно мы говорим «веса»), начинаясь от нуля, может быть градуирована по-разному в зависимости от требуемой точности взвешивания. Сравните бытовые и аналитические весы. В общем виде измерением какой-либо величины называется операция, в результате которой определяется, во сколько раз или насколько эта величина отличается от другой величины, принятой за эталон.

## 2.4. Точность измерений

Результат любого измерения всегда имеет приближенную величину, а не истинную, так как:

- 1) точность измерения ограничена возможностями используемого метода,
- 2) свойства объекта измерения вносят погрешность.

Погрешность результата измерений определяется разностью между измеренной и истинной величинами.

По способу оценки различают погрешности абсолютную и относительную.

Абсолютная погрешность – это разность между показаниями прибора ( $X_{\text{изм}}$ ) и истинным значением ( $X_{\text{ист}}$ ) измеряемой величины:  $\Delta X = X_{\text{ист}} - X_{\text{изм}}$ . Относительная погрешность – это отношение модуля абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины выраженное в %:

$$X_{\text{отн}} = |X_{\text{изм}} - X_{\text{ист}}| / X_{\text{ист}} \times 100\%.$$

Целесообразность применения относительной погрешности связана со следующими обстоятельствами. Предположим, что мы измеряем время с точностью до 0,1 с. (абсолютная погрешность).

При этом если речь идет о беге на 10 000 м, то точность вполне приемлема. Но измерять с такой точностью время реакции нельзя, так как величина ошибки почти равна измеряемой величине (время простой реакции равняется 0,12 – 0,20 с). В связи с этим нужно сопоставить величину ошибки и саму измеряемую величину и определить относительную погрешность.

Рассмотрим пример определения абсолютной и относительной погрешности измерения. Предположим, что измерение частоты сердечных сокращений после бега с помощью высокоточного прибора дает нам величину, близкую к истинной и равной 150 уд/мин. Одновременное пальпаторное измерение дает величину, равную 162 уд/мин.

Подставив эти значения в приведенные выше формулы, получим:

$\Delta X = |150 - 162| = 12$  уд/мин – абсолютная погрешность;

$X_{\text{отн}} = (12: 150) \cdot 100\% = 8\%$  – относительная погрешность.

По характеру погрешности бывают систематические и случайные. Систематические погрешности - это такие, величина которых остается постоянной от измерения к измерению. Причинами их появления являются:

- неточность прибора;
- несовершенство метода измерения;
- особенности объекта измерения (спортсмена).

Причины их возникновения и величины могут быть известны и устранимы и могут быть неизвестны.

В некоторых случаях ошибки возникают по причинам, предсказать которые заранее невозможно. Такие погрешности называются случайными, т.к. они вызываются случайными причинами, действие которых различно и не может быть заранее предсказано и учтено. Они принципиально не могут быть устранены, но с помощью методов математической статистики можно оценить вели-

чину случайной погрешности и учесть ее при интерпретации результатов измерения. Для оценки случайной ошибки измерения повторяют в тех же условиях несколько раз и определяют статистические характеристики колеблемости результатов.

## **2.5. Статистические методы обработки результатов измерений**

Предметом математической статистики является анализ результатов массовых, повторяющихся измерений. Результат таких измерений всегда более или менее отличаются друг от друга. Даже если измеряется тот же самый объект в неизменных условиях, нельзя получить одинаковых данных. Из-за многочисленных причин, не поддающихся контролю и варьирующих от одного измерения к другому, результаты измерений всегда претерпевают случайное рассеивание. Аналогичное рассеивание бывает при однотипных измерениях в группе однородных объектов (например, измерения высоты прыжка у группы школьников одного класса). Хотя результат каждого отдельного измерения при случайном рассеивании заранее предсказать нельзя, это не означает, что мы имеем дело с полным хаосом. Массовые измерения однородных объектов, обладающих качественной общностью, обнаруживают определенные закономерности. Математическая статистика создает методы выявления этих закономерностей. Выделяют три основных этапа статистических исследований.

1. Статистическое наблюдение, которое представляет собой планомерный, научно обоснованный сбор данных, характеризующих изучаемый объект. Оно должно удовлетворять следующим требованиям:

а) объекты наблюдения (в частном случае испытуемые) должны быть одинаковыми (однородными) с точки зрения их свойств (квалификация, специализация, возраст, стаж занятий и др.);

б) число объектов наблюдения должно быть достаточным, чтобы можно выявить закономерности и обобщить их свойства.

2. Статистические сводка и группировка. Они являются важной подготовительной частью к статистическому анализу данных. Этот этап предусматривает:

а) систематизацию (группировку) данных;

б) оформление определенных статистических таблиц.

3. Анализ статистического материала. Это завершающий этап статистического подхода. Его проводят с использованием соответствующих математико-статистических методов.

В процессе наблюдения или измерения какого-либо показателя получают ряд чисел. Численные результаты подразделяют на дискретные (прерывные) - и непрерывные. К дискретным относят число подтягиваний на перекладине, число попыток и т.д., т.е. результаты, выражаемые целым числом; к непрерывным - время прохождения дистанции, время реакции, скорость движения и т.п., т.е. результаты, которые могут выражаться дробным числом, в частности бесконечной дробью.

Будем считать, что  $x_1$  - результат измерения изучаемого показателя у 1-го спортсмена,  $x_2$  - у 2-го спортсмена и т.д. Всего спортсменов -  $n$ . Такой ряд результатов измерений, представленный случайными числами, называется выборочной совокупностью или выборкой. Совокупность всех значений, которые можно было бы получить для изучаемой выборки, называется генеральной совокупностью.

Например, длина тела студентов одного института физической культуры - выборочная совокупность, а длина тела всех институтов физической культуры Украины - генеральная; в то же время длина тела студентов Украины - выборка по отношению к генеральной совокупности - всем студентам земного шара.

Генеральную совокупность мысленно можно представить так: это все объекты наблюдения (спортсмены, например), которые обладают теми же свойствами, что и объекты



выборки. Один из центральных вопросов статистики - как обобщить результаты, полученные на выборке, для всей генеральной совокупности? Предположим, что исследователь проводил эксперименты на группе тяжелоатлетов I разряда и нашел, что один из методов тренировки лучше, чем другие.

Можно ли распространить его данные на всех тяжелоатлетов I разряда или же сделанные им выводы справедливы только для той группы спортсменов, на которой проводился эксперимент? Если исследованием охвачена вся генеральная совокупность, оно называется сплошным. Такие исследования сравнительно редки. Например, если кому-либо удалось обследовать всех сильнейших спортсменов мира в каком-либо виде спорта, т.е. провести сплошное обследование (так как других сильнейших спортсменов в это время нет), значит обследована вся генеральная совокупность. Все остальные исследования называются выборочными. Одной из основных характеристик выборки является ее объем- $n$ , который определяется числом объектов наблюдения, например спортсменов.

Основные статистические характеристики ряда измерений:

1. Среднее арифметическое значение (обозначается  $\bar{X}$ ) определяется формулой

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n},$$

где  $n$  – объем выборки.

2. Среднее квадратическое отклонение:  $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

$\sigma$  – выражается в единицах измеряемой величины - характеризует степень отклонения результатов от среднего значения в абсолютных единицах. А  $\sigma^2$  дисперсия

вычисляется по формуле  $\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$ . Если число  $n$

измерений не более 30, т.е.  $< 30$ , используется следующая формула

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}.$$

3. Для сравнения колеблемости совокупностей, имеющих различные единицы измерения, используется коэффициент вариации:

Коэффициент вариации  $V = \frac{\sigma}{X} \cdot 100\%$  определяется как

отношение среднего квадратического отклонения к среднему арифметическому, выраженное в %.

В спортивной практике колеблемость результатов измерений в зависимости от величины коэффициента вариации считают небольшой (0–10%), средней (11–20%) и большой (более 20%).

Коэффициент вариации имеет важное значение в спортивной метрологии, т.к. эта относительная величина позволяет сравнивать между собой колеблемость результатов измерений, имеющих различные единицы измерения.

**Коэффициент вариации** можно использовать только для измерений в шкале отношений.

Среди статистических взаимосвязей наиболее важны корреляционные - как средняя величина одного показателя изменяется в зависимости от значения другого.

Степень взаимосвязи характеризуется коэффициентом корреляции. Абсолютное значение его лежит в пределах от 0 до 1. Если его значение =1 - это функциональная взаимосвязь (т.е. значению одного показателя соответствует только одно значение другого показателя);  $r = 0,99-0,7$  - сильная статистическая взаимосвязь;  $r = 0,69-0,5$  - средняя;

$r = 0,49-0,2$  - слабая;  $r = 0,19-0,09$  - очень слабая  $r = 0,00$  - корреляции нет.

Знак коэффициента «+» указывают на прямую пропорциональную или положительную взаимосвязь, «-» на обратную, отрицательную взаимосвязь.

---

## РАЗДЕЛ III. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕСТОВ

### 3.1. Основные понятия

**Измерение или испытание, проводимое для определения состояния или способностей спортсмена, называется тестом.** Как было показано, таких измерений может быть проведено очень много, но в качестве тестов могут быть использованы лишь те, которые удовлетворяют следующим метрологическим требованиям:

1) должна быть определена цель применения любого теста;

2) следует разработать стандартизованную методику измерений результатов в тестах и процедуру тестирования;

3) необходимо определить их надежность и информативность;

4) должна быть разработана система оценок результатов в тестах;

5) необходимо указать вид контроля (оперативный, текущий или этапный).

Процедура выполнения теста называется **тестированием**; результатом тестирования является численное значение, полученное в ходе измерений. В зависимости от цели все тесты подразделяются на несколько групп.

В первую из них входят показатели, измеряемые в покое. К таким относят показатели физического развития (длина и масса тела, толщина жировых складок, объем мышечной массы и жировой ткани и т.д.), показатели, характеризующие функционирование основных систем организма (частоту сердечных сокращений, состав крови и т.п.). В эту же группу входят психические тесты. Информация, получаемая с помощью этих тестов, является основной - во-первых, для оценки физического состояния спортсменов, во-вторых,

для сравнения значений, полученных при выполнении нагрузки. При этом уровень покоя принимается за базовый и относительно него ведутся расчеты.

Вторая группа - это стандартные тесты, когда всем спортсменам предлагается выполнить одинаковое задание. Специфическая особенность этих тестов заключается в выполнении неопределяемой нагрузки, и следовательно, отсутствует мотивация на достижение максимально возможного результата.

Результат такого теста зависит от способа задания нагрузки: если задается механическая величина нагрузки, то измеряются медико - биологические показатели. Если же нагрузка теста задается по величине сдвигов медико биологических показателей, то измеряются физические величины нагрузки (время, расстояние и т.п.).

Например, в первом случае задаются скорости бега, измеряются ЧСС и концентрация молочной кислоты в крови; во втором - наоборот: спортсмен должен выполнять задание с ЧСС 160 -170 уд/мин, а определяется длительность его выполнения.

Третья группа - это тесты, при выполнении которых нужно показать максимально возможный двигательный результат, а измеряются значения различных функциональных систем (ЧСС, МПК и т.д.). Особенность таких тестов - высокий психологический настрой (мотивация) спортсмена на достижение предельных результатов. Следовательно, все, что регистрируется при их выполнении, зависит как минимум от двух факторов: 1) уровня развития измеряемого качества (например, выносливости или техники) и 2) мотивации. Может оказаться так, что спортсмен, обладающий высоким уровнем выносливости, не продемонстрирует его в тесте: он прекратит работу в тесте «до отказа» задолго до исчерпания резервных возможностей, не проявив своих волевых качеств.

Тесты, результаты которых зависят от двух и более факторов называются гетерогенными. Таких тестов значительное

большинство в отличие от гомогенных тестов, результат которых зависит преимущественно от одного фактора.

Оценка подготовленности спортсменов по одному тесту проводится крайне редко. Как правило, используется несколько тестов. В этом случае принято называть их комплексом или батареей тестов.

### **Определение цели тестирования.**

Правильное определение цели тестирования содействует правильному подбору тестов. Существует три направления и три разновидности контроля, и в каждом из них возможны десятки вариантов тестирования. Например, нужно определить уровень, а также структуру физической подготовленности боксеров, понимая под ней соотношение и взаимосвязь между различными физическими качествами. Поэтому комплекс тестов должен включать в себя показатели, характеризующие такие двигательные качества боксеров, от которых зависит успех в соревнованиях. Это же нужно учитывать и при определении объема тестов по каждому из качеств.

### **Стандартизация измерительных процедур.**

Измерения различных сторон подготовленности спортсменов должны проводится систематически: это дает возможность сравнивать значения показателей на разных этапах тренировки и в зависимости от динамики приростов в тестах нормировать нагрузку.

Эффективность нормирования зависит от точности и результатов контроля, которая в свою очередь зависит от стандартности проведения тестов и измерения в них результатов.

Рассмотрим следующий пример. В начале подготовительного периода провели обследование бегунов на средние и длинные дистанции. Физическую работоспособность определяли в велоэргометрическом тесте, задавая нагрузку ступенчато возрастающей мощности. Установили, что МПК в этот момент оказалось равным  $65 \pm 5$  мл/кг  $\times$  мин.

Как известно, одной из задач подготовительного периода является повышение физической работоспособности, и поэтому спортсмены выполняли значительную работу по ее развитию.

В конце подготовительного периода вновь провели тестирование и нашли, что уровень МПК возрос до  $70 \pm 4$  мл/кг × мин. Разница в 5 мл/кг × мин, казалось бы, свидетельствовала об эффективности тренировок. Но в этот раз тестирование проводили не на велосипеде, а на тредбане (шаговая дорожка) и тоже использовали тест ступенчато возрастающей мощности. Вполне правомерен вопрос: а не возникла ли эта разница из-за несовпадения методик тестирования? Дело в том, что в беге (по сравнению с педалированием) весьма значительна вертикальная работа, причем чем больше масса спортсмена, тем больше эта работа. Поэтому, вероятно и МПК оказалось большим.

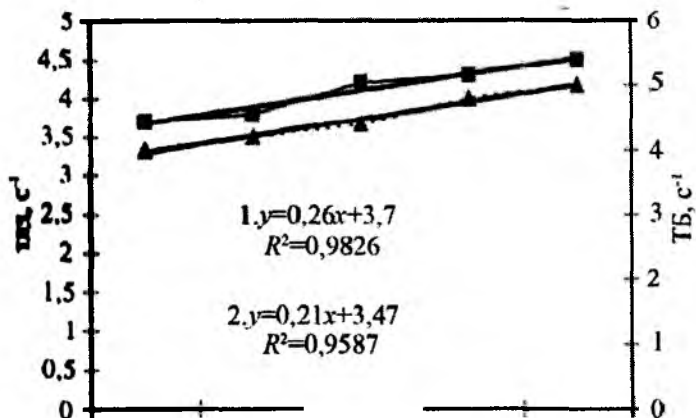


Рис. 1. Велозргомтр Кеттлер Х1 в комплектации с компьютером

Различия в результатах могут также явиться следствием того, что в первом тесте спортсмены бежали в манеже с 200-метровой дорожкой, а в повторном - на стадионе; или в первый раз - по сухой таргановой дорожке, во второй - по мокрой резинобитумной и т.д.

Различия в результатах, возникающие вследствие такого рода причин, недопустимы. Устранить их можно, только стандартизовав методику тестирования. Для этого необходимо соблюдать следующие требования:

1) режим дня предшествующего тестированию, должен строиться по одной схеме. В нем исключаются средние и большие нагрузки, но могут проводиться занятия восстановительного характера. Это обеспечит равенство текущих состояний спортсменов, и исходный уровень перед тестированием будет одинаковым;

2) разминка перед тестированием должна быть стандартной (по длительности, подбору упражнений, последовательности их выполнения);

3) тестирование по возможности должны проводить одни и те же, умеющие это делать люди;

4) схема выполнения теста не изменяется и остается постоянной от тестирования к тестированию;

5) интервалы между повторениями одного и того же теста должны ликвидировать утомление, возникшее после первой попытки;

6) спортсмен должен стремиться показать в тесте максимально возможный результат. Такая мотивация реальна, если в ходе тестирования создается соревновательная обстановка. Однако этот фактор хорошо действует при контроле подготовленности детей. У взрослых спортсменов высокое качество тестирования возможно лишь в том случае, если комплексный контроль будет систематическим и по его результатам будет корректироваться содержание тренировочного процесса.

### 3.2. Надежность тестов

**Надежностью** теста называется степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей в одинаковых условиях. Как уже отмечалось, полное совпадение результатов при повторных измерениях

практически невозможно, и поэтому основное уравнение измерений выглядит так:

$X_t = X_{\text{ист}} + e_1 + e_2 + e_3$ , где  $X_t$  – зарегистрированный в процессе измерений результат теста;  $X_{\text{ист}}$  – так называемый истинный результат. Условно он соответствует среднему значению измеряемой величины при бесконечно большом числе измерений одного показателя в одних и тех же условиях. Видно, что  $X_{\text{ист}}$  – абстрактная величина и измерить ее в действительности невозможно. В идеальных условиях значение  $X_{\text{ист}}$  должно соответствовать реально существующей величине искомого показателя. Но такого соответствия никогда не бывает. Пример. Из определения теста следует, что его надежность – это по сути дела надежность оценки состояния спортсмена, его способностей. Чем ближе значения  $X_t$  и  $X_{\text{ист}}$  тем надежнее оценка. Из формулы видно, что степень близости  $X_t$  и  $X_{\text{ист}}$  зависит от величин  $e_1$ ,  $e_2$  и  $e_3$ . Что они собой представляют?

Величина  $e_1$  – это систематические и случайные ошибки измерений, причины появления которых рассмотрены выше. Величина  $e_2$  отражает различия в процедуре тестирования при повторных измерениях. Величина  $e_3$  характеризует внутреннюю нестабильность функциональных систем организма.

**Пример.** При измерении времени простой реакции спортсмена на световой раздражитель были получены следующие результаты: первая попытка – 0,225 с; вторая – 0,296 с; третья – 0,302 с. Точность работы измерительных устройств ( $\pm 2\%$ ) позволяет сравнительно легко вычислить значение  $e_1$  и учесть его при анализе результатов.

Предположим, что во второй попытке яркость светового раздражителя была вдвое меньше, чем в первой и третьей. Если провести исследование о зависимости яркости светового сигнала и времени реакции, то можно определить, как изменение процедуры тестирования изменяет результат теста. Полученная в результате такого исследования величина и будет характеризовать составляющую  $e_2$ .



Отметим сразу, что процедура тестирования во всех случаях должна быть стандартной, но в реальной практике это не всегда достижимо. Предположим теперь, что при измерении времени реакции использовали высокоточную аппаратуру, погрешности работы которой не превышают сотых долей процента. Тестирование проводилось в идеально стандартных условиях.

В этом случае результаты повторных измерений также будут различаться: мера их вариативности численно будет равна составляющей  $e_3$ .

Причина же различий в значениях времени повторного реагирования будет теперь заключаться в нестабильности работы зрительного и нервно - мышечного аппаратов спортсмена. Эта нестабильность и будет определять надежность измерений.

С учетом всего сказанного можно сформулировать следующее положение: в практике необходимо использовать тесты, результаты  $X_i$  которых есть сумма  $X_{\text{ист}} + e_3$  (составляющие  $e_1$  и  $e_2$  предполагаются пренебрежимо малыми).

Например, на соревнованиях высокого ранга в индивидуальной гонке преследования на 4 км измерение результатов проводится с высокой точностью (составляющая  $e_1$  пренебрежимо мала и одинакова во всех заездах). Условия заездов одинаковы (поэтому составляющая  $e_2$  одинакова во всех измерениях).

Если взять два равных по времени заезда одного и того же спортсмена, то различия в скорости на разных участках дистанции будут определяться исключительно состоянием и действиями самого спортсмена.

Надежность теста рассчитывается также обычным коэффициентом корреляции, но только в случае двух попыток и отсутствии тренда (т.е. постоянного  $\uparrow$  или  $\downarrow$  результатов от попытки к попытке).

## Градации уровней надежности тестов

Значения коэффициентов	Надежность
0,99–0,95	Отличная
0,94–0,90	Хорошая
0,89–0,80	Средняя
0,79–0,70	Приемлемая
0,69–0,60	Низкая

Методы повышения надежности тестов - устранить причины, вызывающие увеличение вариативности измерений.

### 3.3. Стабильность тестов

**Стабильность** теста - это такая разновидность надежности, которая проявляется в степени совпадения результатов тестирования, когда первое и последующее измерения разделены определенным временным интервалом. При этом повторное тестирование называют ретестом. Высокая стабильность теста свидетельствует о сохранении приобретенного в ходе тренировок технико - тактического мастерства, двигательных и психических качеств. Стабильность теста прежде всего зависит от содержания тренировочного процесса: при исключении (или уменьшении), например, силовых упражнений результаты ретеста, как правило, уменьшаются.

Кроме того, на стабильность влияют также: сложность теста и длительность временного интервала между тестом и ретестом. Для количественной оценки стабильности используется коэффициент корреляции или дисперсионный анализ.

### 3.4. Согласованность (объективность) тестов

**Согласованность** тестов характеризуется независимостью результатов тестирования от личных качеств лица, проводящего или оценивающего тест. Если результаты

спортсменов в тесте, который проводят разные специалисты, совпадают, то это свидетельствует о высокой степени согласованности теста. Это свойство теста зависит от совпадения методик тестирования у разных специалистов.

Когда создается новый тест, нужно обязательно проверить его на согласованность. Делается это так: разрабатывается унифицированная методика проведения теста, а потом два или более специалиста по очереди в стандартных условиях тестируют одних и тех же спортсменов.

В случае инструментальной регистрации (например, времени бега на 30 м с помощью фотоэлектронных устройств) не должно быть несовпадения результатов у разных специалистов. Но на самом деле оно бывает, и не потому, что один специалист хорошо владеет навыками измерений, а другой плохо. Некоторые экспериментаторы более требовательны, умеют лучше мотивировать спортсменов, и это сказывается на результатах.

В случае качественной оценки результатов теста (особенно если тест - сложнокоординационное упражнение) отклонения их значений могут быть большими. Причина - невозможность строго стандартизировать процедуру оценки, разные возможности восприятия качественных особенностей движения у специалистов. Выражается обычно при помощи коэффициента корреляции.

### **3.5. Эквивалентность тестов**

Одно и то же двигательное качество можно измерить с помощью нескольких тестов. Например, максимальную скорость - по результатам пробегания с ходу отрезков в 10, 20 или 30 м. Силовую выносливость - по числу подтягиваний на перекладине, отжиманий в упоре, количеству подъемов штанги в положении лежа на спине и т.п. Такие тесты называют эквивалентными.

**Эквивалентность тестов** определяется следующим образом: спортсмены выполняют одну разновидность теста и затем, после небольшого отдыха вторую и т.д.

Если результаты оценок совпадают (например, лучшие в подтягивании оказываются лучшими и в отжимании), то это свидетельствует об эквивалентности тестов. Коэффициент эквивалентности определяется с помощью корреляционного или дисперсионного анализа.

**Применение эквивалентных тестов повышает надежность оценки контролируемых свойств моторики спортсменов. Поэтому если нужно провести углубленное обследование, то лучше применить несколько эквивалентных тестов. Такой комплекс называется гомогенным. Во всех остальных случаях лучше использовать гетерогенные комплексы: они состоят из неэквивалентных тестов.**

**Не существует универсальных гомогенных или гетерогенных комплексов. Так, например, для слабо подготовленных людей такой комплекс, как бег на 100 и 800 м, прыжок в длину с места, подтягивание на перекладине, будет гомогенным.**

Для спортсменов высокой квалификации он может оказаться гетерогенным.

### **3.6. Информативность (валидность) тестов**

**Информативным (валидным) называется тест, по результатам которого можно судить о свойстве (качестве, способности и т.п.), измеряемом в ходе контроля. Если говорить об оценке подготовленности спортсменов, но наиболее информативным показателем является результат в соревновательном упражнении. Однако он зависит от большого количества факторов, и один и тот же результат в соревновательном упражнении могут показывать люди, заметно отличающиеся друг от друга по структуре подготовленности. Например, спортсмен с отличной техникой плавания и относительно невысокой физической работоспособностью и спортсмен со средней техникой, но с высокой работоспособностью будут соревноваться одинаково успешно (при прочих равных условиях).**

Существуют два метода определения информативности **логический (содержательный)** и **эмпирический**.

Суть логического метода - заключается в логическом качественном сопоставлении биомеханических, физиологических, психологических и др. характеристик критерия в тесте. Чаще всего он используется в видах спорта, где нет четкого количественного критерия. Например: в спортивных играх. В циклических видах спорта логическая информативность может быть проверена экспериментально.

Логический анализ используется для предварительной оценки информативности тестов.

Информативность отобранных таким образом тестов определяют далее эмпирическим методом - для этого результаты сопоставляют с критерием, в качестве которого выбирают:

- 1) результат в соревновательном упражнении;
- 2) наиболее значимые элементы соревновательных упражнений;
- 3) результаты проверенных информативных тестов;
- 4) сумму очков спортсмена по комплексу тестов;
- 5) квалификацию спортсмена

При использовании первых четырех критериев общая схема определения информативности теста такова:

1) измеряются количественные значения критериев. Для этого не обязательно проводить специальные соревнования. Можно, например, использовать результаты прошедших ранее. Важно только, чтобы соревнование и тестирование не были разделены длительным временным промежутком.

Если в качестве критерия предполагается использовать какой либо элемент соревновательного упражнения, необходимо чтобы он был наиболее информативным.

2) следующий шаг - проведение тестирования и оценка его результатов;

3) последний этап работы - вычисление коэффициентов корреляции между значениями критерия и тестов. Полученные в ходе расчетов наибольшие коэффициенты

корреляции будут указывать на высокую информативность тестов.

**Эмпирический метод определения информативности тестов при отсутствии единичного критерия.**

Эта ситуация наиболее типична для массовой физической культуры, где единичного критерия либо нет, либо форма его представления не позволяет использовать описанные выше методы для определения информативности тестов. Предположим, что нам необходимо составить комплекс тестов для контроля физической подготовленности студентов.

С учетом того, что студентов в стране несколько миллионов и такой контроль должен массовым, к тестам предъявляются определенные требования: они должны быть просты по технике, выполняться в простейших условиях и иметь несложную и объективную систему измерений. Таких тестов сотни, но нужно выбрать наиболее информативные.

Сделать это можно следующим способом: 1) отобрать несколько десятков тестов, содержательная информативность которых кажется бесспорной; 2) с их помощью оценить уровень развития физических качеств у группы студентов; 3) обработать полученные результаты на ЭВМ, используя для этого факторный анализ.

В основе этого метода лежит положение о том, что результаты множества тестов зависят от сравнительно небольшого количества причин, которые для удобства названы факторами. Например, результаты в прыжке в длину с места, метании гранаты, подтягивании, жиме штанги предельного веса, в беге на 100 и 5000 м зависят от выносливости, силовых и скоростных качеств. Однако, вклад этих качеств в результат каждого из упражнений не одинаков. Так, результат в беге на 100 м сильно зависит от скоростносиловых качеств и немного - от выносливости, жим штанги - от максимальной силы, подтягивание - от силовой выносливости и т.д.

Кроме того, результаты некоторых из этих тестов взаимосвязаны, так как в их основе лежит проявление одних

и тех же качеств. Факторный анализ же позволяет, во-первых, определить их удельный вес в этой группе.

### **Применение информативных тестов в практической работе.**

Применение информативных тестов позволяет получить достоверную информацию о тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов. Использование этой информации при подготовке и коррекции тренировочных планов существенно повышает их качество.

Следует отметить, что не существует универсальных по своей информативности тестов. Утверждение, что такой тест, как бег на 100 м, информативно отражает скоростные качества спортсмена и правильно, и неправильно. Правильно если речь идет о спортсменах очень высокой квалификации, пробегающих эту дистанцию за 10–10,5 с. Неправильно, если говорить о спортсменах, достижения которых на этой дистанции – 11, 6 с и более: для них это тест скоростной выносливости.

Еще один важный момент. Зависимость между результатами в прыжках в высоту с разбега и силой мышц - сгибателей стопы велика. Например, если взять спортсменов, прыгающих в высоту в диапазоне 130–230 см, измерить у них силовые качества мышц стопы и рассчитать коэффициент корреляции между критерием и тестом, то он будет равен 0,90–0,95. Следовательно, информативность силовых показателей очень высокая. Однако если разделить спортсменов на подгруппы по результатам в прыжках (130–150, 151–170, 171–190 см и т.д.) и рассчитать групповые коэффициенты корреляции, то они будут намного ниже. Означает ли это, что применительно к конкретным квалификационным группам силовые тесты потеряли свою информативность? Нет, и вот почему.

**Во-первых**, общая тенденция достижения высоких результатов в соревнованиях спортсменами с высоким уровнем силовых качеств сохраняется. **Во-вторых**, в каждой квалификационной группе есть свой минимально

**допустимый** уровень силовых качеств, ниже которого ее представитель не имеет права опускаться. Например, чтобы прыгать в высоту на 2,15 м и выше, необходимо иметь относительную силу разгибателей стопы не ниже 3 (т.е. сила мышц должна втрое превышать массу спортсмена). Будет ли она выше, это для конкретного спортсмена может не иметь существенного значения.

Связано это с тем, что более низкий (по сравнению с другими представителями группы) уровень силовых качеств компенсируется более эффективной техникой, высокими волевыми качествами и т.д.

**Использование информативных тестов** сказывается не только на качестве тренировочного процесса, но и имеет большой экономический эффект.



---

## РАЗДЕЛ IV. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОЦЕНОК

### 4.1. Основные понятия теории оценок

В практике контроля исключительно редкой бывает ситуация когда для оценки подготовленности спортсменов применяется один тест. Как правило, любая программа комплексного контроля предполагает использование нескольких тестов.

Если для контроля используется один тест, то оценивать его результаты с помощью специальных методов нет необходимости: и так видно, кто сильнее и насколько. Если же тестов много и они измеряются в разных единицах (например, сила в кг или Н; время в с; МПК - в мл/кг × мин; ЧСС - в уд/мин и т.д.), то сравнить достижения по абсолютным значениям показателей невозможно.

Решить проблему можно лишь в том случае, если результаты тестирования в виде оценок (очков, баллов, отметок, разрядов и т.п.). Оценкой (или педагогической оценкой) называется унифицированная мера успеха в каком - либо задании, в частном случае - в тесте. Процесс определения оценок называется оцениванием. Он состоит из следующих стадий:

- 1) подбирается шкала, с помощью которой возможен перевод теста в оценки;
- 2) в соответствии с выбранной шкалой результаты теста преобразовываются в очки (баллы);
- 3) полученные очки сравниваются с нормами, и выводится итоговая оценка. Она и характеризует уровень подготовленности спортсмена относительно других членов группы.

Задачи, которые решаются в ходе оценивания, многообразны. Среди них можно выделить основные:

1) по результатам оценивания необходимо сопоставить разные достижения в соревновательных упражнениях. На основании этого можно создать научно обоснованные разрядные нормы в видах спорта. Следствием заниженных норм является увеличение числа разрядников, не достойных этого звания. Завышенные же нормы становятся для многих недостижимыми и вынуждают людей прекращать занятия спортом;

2) сопоставление достижений в разных видах спорта позволяет решить задачу равенства в них разрядных норм;

3) необходимо классифицировать множество тестов по результатам, которые показывают в них конкретный спортсмен;

4) следует установить структуру тренированности каждого из спортсменов, подвергшихся тестированию.

Перевести результаты тестирования в баллы можно разными способами. На практике для этого часто используют ранжирование, или упорядочение зарегистрированного ряда измерений. Например, лучший результат оценивается в 1 балл, а каждый последующий - на балл больше.

При всей простоте и удобстве такого подхода несправедливость его очевидна. Если взять бег на 30 м, то разница между 1-м и 2-м местом (0,4 с) и между 2-м и 3-м (0,1 с) оценивается одинаково, в 1 балл.

С учетом всего сказанного преобразование результатов тестирования в оценки нужно проводить не с помощью ранжирования а использовать специальные шкалы.

**Первая - пропорциональная шкала.** При ее использовании равные приросты результатов в тесте поощряются равными приростами в баллах.

**Второй тип - прогрессирующая шкала.** Чем выше абсолютные приросты, тем больше прибавка в оценке.

**Третий тип - регрессирующая шкала.** В этой шкале, как и в предыдущей, равные приросты результатов в тестах также оцениваются по-разному, но чем выше абсолютные приросты, тем меньше прибавка в оценке. **Четвертый тип - сигмовидная шкала.** Здесь выше всего оцениваются приросты

в средней зоне, а улучшение очень низких или очень высоких результатов поощряется слабо.

Каждая из этих шкал имеет как свои достоинства, так и недостатки. Установить последние и усилить первые можно, правильно применяя ту или иную шкалу. Рассмотрим несколько примеров.

**Пример первый.** Известно, что разносторонне физически подготовленным человеком считается тот, кто хорошо бегает, плавает, прыгает, подтягивается и т.д. Оценка результатов в беге, плавании, прыжках, подтягивании должна не только объективно отразить уровень подготовленности, но и настроить человека на совершенствование своей физической подготовленности. Она может проводиться с помощью следующих шкал:

1) **сигмовидной.** В этом случае, чтобы получить максимально возможную сумму баллов в комплексе тестов, нужно показывать в каждом из них средние результаты. Если же в одном - двух тестах результаты будут предельные, а в остальных низкие, суммарная оценка уменьшится. При такой шкале оценок нельзя иметь низкие результаты, в каких - либо тестах - они будут резко снижать сумму баллов.

У этой шкалы есть и недостаток: если человек много занимался и показывает высокие результаты во всех тестах, то оценка перестает стимулировать его работу: достижения в тестах растут гораздо быстрее, чем оценки за них;

2) **пропорциональной.** В этой шкале нет предыдущего недостатка. Стимул получить большую оценку за более высокий результат сохраняется во всем диапазоне достижений. Плохо в этой шкале другое: низкие результаты, например в плавании, можно компенсировать высокими в беге. В этом случае говорить о разносторонней физической подготовке не приходится.

**Пример второй.** Спортивные многоборья создавались как виды, в которых нужно показывать высокие результаты в разных спортивных упражнениях.

Оценивать достижения здесь лучше всего по регрессирующей шкале. Пока результаты во всех видах невысоки, приросты в баллах незначительны. На уровне высшего спортивного мастерства регрессирующая шкала будет стимулировать тренировочную работу в отстающих видах: недобор очков в них оказывается большим, чем дополнительные очки за очень высокие достижения в одном-двух видах многоборья.

### **Выбор и обоснование критериев**

Оценка, как унифицированный измеритель спортивных результатов, может быть эффективной, если она справедлива и с пользой применяется в практике. А это зависит от критериев, на основе которых оцениваются результаты. При выборе критериев следует иметь в виду вопросы:

1) какие результаты должны быть положены в нулевую точку шкалы? и 2) как оценивать промежуточные и максимальные достижения?

Целесообразно использование следующих критериев:

1. Равенство временных интервалов, необходимых для достижения результатов, соответствующих одинаковым разрядам в разных видах спорта. Естественно, это возможно лишь в том случае, если содержание и организация тренировочного процесса в этих видах спорта не будут резко отличаться.

2. Равенство объемов нагрузок, которые необходимо затратить на достижение одинаковых квалификационных норм в разных видах спорта.

3. Равенство мировых рекордов в разных видах спорта.

4. Равные соотношения между числом спортсменов, выполнивших разрядные нормы в разных видах спорта.

### **Применение шкал оценок в практике**

Для оценок результатов тестирования используется несколько шкал.

**Стандартная шкала.** В основе ее лежит пропорциональная шкала, а свое название она получила потому, что масштабom в

ней служит стандартное (среднеквадратическое) отклонение. Наиболее распространена Т-шкала.

При ее использовании средний результат приравнивается к 50 очкам, а вся формула выглядит следующим образом:

$$T_i = 50 + 10 \cdot (X_i - \bar{X}) / \sigma,$$

где  $T$  – оценка результата в тесте;  $X_i$  – показанный результат;  $\bar{X}$  – средне-арифметическое значение результатов;  $\sigma$  – стандартное отклонение,  $i$  – порядковый номер спортсмена, участвующего в исследованиях, или измерения.

**Перцентильная шкала.** В основе этой шкалы лежит следующая операция: каждый спортсмен из группы получает за свой результат (в соревнованиях или в тесте) столько очков, сколько процентов спортсменов он опередил. Таким образом, оценка победителя - 100 очков, оценка последнего - 0 очков. Перцентильная шкала наиболее пригодна для оценки результатов больших групп спортсменов.

В таких группах статистическое распределение результатов нормальное. Это значит, что очень высокие и низкие результаты показывают единицы из группы, а средние - большинство.

Главное достоинство этой шкалы - простота, здесь не нужны формулы, а единственное, что нужно вычислить - какое количество результатов спортсменов укладывается в один перцентиль.

Перцентиль - это интервал шкалы. При 100 спортсменах в одном перцентиле один результат; при 50 - один результат укладывается в два перцентилля (т.е. если спортсмен обошел 30 человек, он получает 60 очков).

## 4.2. Шкала ГЦОЛИФКа

Рассмотренные выше шкалы используются для оценки результатов группы спортсменов, и цель их применения заключается в определении межиндивидуальных различий (в баллах).

В практике спорта тренеры постоянно сталкиваются еще с одной проблемой: оценка результатов периодического тестирования одного и того же спортсмена в разные периоды цикла или этапа подготовки. Для этой цели предложена шкала ГЦОЛИФКа, выраженная в формуле:

$$\text{Оценка} = 100 \cdot \left( 1 - \frac{\text{лучший результат} - \text{оцениваемый результат}}{\text{лучший результат} - \text{худший результат}} \right)$$

Смысл такого подхода заключается в том, что результат теста рассматривается не как отвлеченная величина, а во взаимосвязи с лучшим и худшим результатами, показанным в этом тесте спортсменом. Как видно из формулы, лучший результат всегда оценивается в 100 очков, худший - в 0 очков. Эту шкалу целесообразно применять для оценки вариативных показателей.

**Пример.** Лучший результат среди участников соревнования в тройном прыжке с места - 10 м 26 см, худший 9 м 37 см. Текущий результат, т.е. результат данного спортсмена равно - 10 м.

$$\text{Тогда его оценка по этой шкале} = 100 \cdot \left( 1 - \frac{10,26 - 10,0}{10,26 - 9,37} \right) = 71 \text{ балл.}$$

### 4.3. Оценка комплекса тестов

Существует два основных варианта оценки результатов тестирования спортсменов по комплексу тестов. Первый заключается в выведении обобщенной оценки, которая информативно характеризует подготовленность спортсмена в соревнованиях. Это позволяет использовать ее для прогноза: рассчитывается уравнение регрессии, решив которое, можно предсказать результат в соревновании по сумме баллов за тестирование.

Однако просто суммировать результаты конкретного спортсмена по всем тестам не совсем правильно, так как сами

тесты неравнозначны. Например, из двух тестов (времени реагирования на сигнал и времени удержания максимальной скорости бега) второй более важен для спринтера, чем первый.

Эту важность (весомость) теста можно учитывать тремя способами:

1. Дается экспертная оценка. В этом случае специалисты договариваются, что одному из тестов (например, времени удержания) приписывается коэффициент 2. И тогда очки, начисленные по этому тесту, вначале удваиваются, а затем суммируются с очками за время реакции.

2. Коэффициент каждому тесту устанавливается на основе факторного анализа.

Он, как известно, позволяет выделить показатели с большим или меньшим факторным весом.

3. Количественной мерой весомости теста может быть значение коэффициента корреляции, рассчитанного между его результатом и достижением в соревнованиях.

Во всех случаях полученные оценки называются “взвешенными”.

### **Таблицы очков по видам спорта**

Во многих видах спорта (и прежде всего циклических) существуют официальные таблицы очков. Они предназначены для оценки результатов соревнований: очки начисляемые в каждом виде суммируются и рассматриваются как итог общекомандной борьбы. Общая схема построения этих таблиц такова: лучший на данное время результат (это, как правило, мировой рекорд) приравнивается к максимальной сумме очков - 1000 или 1200. Это верхняя “опорная” точка. Значение нижней “опорной” точки подбираются по результатам тестирования людей, только приступивших к занятиям видом спорта.

Оно приравнивается к 100 очкам.

Этот начальный момент, как видно из объяснения, не представляет никаких трудностей.

Последующие же - выбор шкалы и установление межклассовых интервалов - пока научно не обоснованы, и здесь допускается определенный субъективизм. В одних видах спорта выбирают преимущественно пропорциональную шкалу, а других - прогрессирующую или регрессирующую. Это создает значительные трудности для оценки эквивалентных достижений в разных видах спорта.

#### 4.4. Нормы

**Нормой** в спортивной метрологии называется граничная величина результата теста, на основе которой производится классификация спортсменов.

Существуют три вида норм:

- а) *сопоставительные*;
- б) *индивидуальные*;
- в) *должные*.

Сопоставительные нормы устанавливаются после сравнения достижения людей, принадлежащих к одной и той же совокупности.

Процедура определения сопоставительных норм такова: 1) выбирается совокупность людей (например, студенты вузов Самарканда); 2) определяются их достижения в комплексе тестов; 3) определяются средние величины и стандартные (среднеквадратические) отклонения; 4) эти значения принимаются за среднюю норму, а остальные градации (низкая - высокая, очень низкая - очень высокая) - в зависимости от коэффициента при среднеквадратическом отклонении.

*Индивидуальные* нормы основаны на сравнении показателей одного и того же спортсмена в разных состояниях. Эти нормы имеют исключительно важное значение для индивидуализации тренировки во всех видах спорта.

Необходимость их определения возникла вследствие существенных различий в структуре тренированности спортсменов.



Градации индивидуальных норм устанавливаются с помощью тех же статистических процедур. За среднюю норму здесь можно принимать показатели тестов, соответствующие среднему результату в соревновательном упражнении.

*Должные* нормы устанавливаются на основании требований, которые предъявляют человеку условия жизни, профессия, необходимость подготовки к защите Родины. Поэтому во многих случаях они опережают действительные показатели. В спортивной практике *должные* нормы устанавливаются так:

1) определяются информативные показатели подготовленности спортсмена;

2) измеряются результаты в соревновательном упражнении и соответствующие им достижения в тестах;

3) рассчитывается уравнение регрессии типа  $y = kx + b$ , где  $x$  – должный результат в тесте, а  $y$  – прогнозируемый результат в соревновательном упражнении. *Должные* результаты в тесте и являются *должной* нормой; ее необходимо достичь, и только тогда можно будет показать запланированный результат в соревнованиях.

### **Возрастные нормы**

В практике физического воспитания наибольшее распространение получили *возрастные* нормы. Типичным примером являются нормы комплексной программы физического воспитания учащихся общеобразовательной школы, нормы государственного тестирования и т.д.

Большинство этих норм составлялись традиционным способом: результаты тестирования в различных возрастных группах обрабатывались с помощью стандартной шкалы, и на этой основе определялись нормы.

В таком подходе есть один существенный недостаток: ориентация на паспортный возраст человека не учитывает существенного влияния на любые показатели биологического возраста и размеров тела.

Опыт показывает, что среди мальчиков 12 лет велики различия в длине тела: 130 – 170 см ( $X_{\text{ср}} = 149 \pm 9$  см). Чем

выше рост, тем больше, как правило, и длина ног. Поэтому в беге на 60 м при одной и той же частоте шагов высокие дети показывают меньшее время.

### **Возрастные нормы с учетом биологического возраста и особенностей телосложения**

Показатели биологического (двигательного) возраста человека лишены недостатков, свойственных показателям паспортного возраста: их значения соответствуют среднему календарному возрасту людей. Определение норм проводится с учетом совместного влияния на результаты в тестах паспортного возраста, длины и массы тела. Проводится регрессионный анализ и составляется уравнение:

$$Y = R_1X_1 + R_2X_2 + R_3X_3 + B$$

где  $Y$  – должный результат в тесте;  $X_1$  – паспортный возраст,  $X_2$  – длина и  $X_3$  – масса тела,  $R_1, R_2, R_3$  – определяемые коэффициенты.

### **Пригодность норм**

Нормы составляются для определенной группы людей и пригодны только для этой группы. Например, по данным болгарских специалистов, норма в метании мяча массой 80 мг для десятилетних детей проживающих в Намангане – 28,7 м, в других городах – 30,3 м, в сельской местности – 31,60 м.

Пригодность норм только для этой совокупности, для которой они разработаны, называется релевантностью норм.

Другая характеристика норм – репрезентативность. Она отражает их пригодность для оценки всех людей из генеральной совокупности (например, для оценки физического состояния всех первоклассников города Самарканда). Репрезентативными могут быть только нормы, полученные на типичном материале. Третья характеристика норм – их современность.

Известно, что результаты в соревновательных упражнениях и тестах постоянно растут и пользоваться нормами, разработанных давно, не рекомендуется.

Некоторые нормы, установленные много лет назад, воспринимаются сейчас как наивные, хотя в свое время она отражали действительную ситуацию, характеризующую средний уровень физического состояния человека. Сегодня нормы, характеризующие «развитие, близкое к пределу возможностей человека», - это нормы 2 разряда, доступные только в нашей стране десяткам тысяч легкоатлетов.

---

## **РАЗДЕЛ V. МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ**

### **5.1. Методы количественной оценки качественных показателей**

#### **Основные понятия квалиметрии**

Качественными называются показатели, не имеющие определенных единиц измерения. Таких показателей в физическом воспитании, и особенно в спорте, много: артистичность, выразительность в гимнастике, фигурном катании, прыжках в воду; зрелищность в спортивных играх и единоборствах и т.д. Для количественной оценки таких показателей используются методы квалиметрии.

**Основные понятия квалиметрии.** Квалиметрия – это наука об измерении и количественной оценке качественных показателей. Измерение качества – это установление соответствия между характеристиками таких показателей и требования к ним.

При этом требования («эталон качества») не всегда может быть выражены в однозначной и унифицированной для всех форме. Специалист, который оценивает выразительность движений спортсмена, мысленно сопоставляет то, что он видит, с тем, что он представляет как выразительность.

На практике, однако, качество оценивается не по одному, а по нескольким признакам. При этом наивысшая обобщенная оценка не обязательно соответствует максимальным значениям по каждому признаку. В последние годы, например, резко повысился темп выполнения упражнений в художественной гимнастике. Не исключено, что он повысится еще больше, но тогда, возможно ухудшатся другие характеристики упражнения. Поэтому при оценке

необходимо учитывать взаимосвязь разных качественных признаков. Если по какому - то критерию качественная оценка максимальна, то по другим она вынужденно может такой не оказаться.

Измерение некоторых качественных признаков может проводиться с помощью различных технических средств. Но для большинства из них такие способы оценки неэффективны. В этом случае целесообразно применять экспертные методы измерения и оценки.

## 5.2. Метод экспертных оценок

Этот метод позволяет с помощью специально выбранной шкалы произвести требуемые измерения субъективными оценками специалистов экспертов. Такие оценки - случайные величины, они могут быть обработаны некоторыми методами многомерного статистического анализа.

Как правило, экспертная оценка или экспертиза проводится в виде опроса или анкетирования группы экспертов.

Методика групповой экспертизы включает в себя:

- 1) формулировку задач;
- 2) отбор и комплектование группы экспертов;
- 3) составление плана экспертизы;
- 4) проведение опроса экспертов;
- 5) анализ и обработку полученной информации.

**Отбор экспертов.** Этот этап экспертизы наиболее важен, так как достоверные данные можно получить не от всякого специалиста. Экспертом может быть человек: 1) обладающий высоким уровнем профессиональной подготовки; 2) способный к критическому анализу прошлого и настоящего и к прогнозированию будущего; 3) психологически устойчивый, не склонный к соглашательству.

Есть и другие важные качества экспертов, но указанные выше должны быть обязательно. Так, например, профессиональная компетентность эксперта определяется: а) по степени близости его оценки к среднегрупповой; б) по показателям решения тестовых задач.

**Подготовка и проведение экспертизы.** Подготовка экспертизы сводится в основном к составлению плана ее проведения. Наиболее важными его разделами являются подбор экспертов, организация их работы, формулировка вопросов, обработка результатов.

Существует несколько способов проведения экспертизы. Наиболее простой из них - *ранжирование*, которое состоит в определении относительной значимости объектов экспертизы на основе их упорядочения. Обычно наиболее предпочтительному объекту приписывается наивысший (первый) ранг, наименее предпочтительному - последний ранг.

После оценивания объект, получивший у экспертов наибольшее предпочтение, получает наименьшую сумму рангов. В принятой оценочной шкале ранг определяет только место объекта относительно других объектов, подвергшихся экспертизе. Но оценить, насколько далеко эти объекты отстоят, друг от друга ранжирование не позволяет.

В связи с этим метод ранжирования используется сравнительно редко.

Большее распространение получил метод *непосредственной* оценки объектов по шкале, когда эксперт помещает каждый объект в определенный оценочный интервал.

Третий метод экспертизы: *последовательное сравнение факторов*. Сравнение объектов экспертизы с помощью этого метода проводится так:

- 1) вначале они ранжируются в порядке значимости;
- 2) наиболее важному объекту приписывается оценка, равная единице, а остальным (тоже в порядке значимости) - оценки меньше единицы - до нуля.

- 3) эксперты решают, будет ли оценка первого объекта превосходить по значимости все остальные. Если да, то оценка «веса» этого объекта увеличивается еще больше; если нет, то тогда принимается решение уменьшить его оценку.

- 4) эта процедура повторяется до тех пор, пока не будут оценены все объекты.

Четвертый метод - *метод парного сравнения* - основан на попарном сравнении всех факторов. При этом устанавливается в каждой сравниваемой паре объектов наиболее весомый (он оценивается баллом 1). Второй объект этой пары оценивается в 0 баллов.

### 5.3. Анкетирование как метод экспертизы

Широкое распространение в физической культуре и спорте получил такой метод экспертных оценок, как анкетирование. Анкета здесь представлена как последовательный набор вопросов, по ответам на которые судят об относительной важности рассматриваемого свойства или о вероятности свершения каких либо событий. При составлении анкет наиболее внимание уделяется четкой и осмысленной формулировке вопросов. По своему характеру они подразделяются на следующие типы:

1) вопрос, при ответе на который необходимо выбрать одно из заранее сформулированных мнений (в некоторых случаях каждому из этих мнений эксперт должен дать количественную оценку в шкале порядка);

2) вопрос о том, какое решение принял бы эксперт в определенной ситуации (и здесь возможен выбор нескольких решений с количественной оценкой предпочтительности каждого из них);

3) вопрос, требующий оценить численные значения какой-либо величины.

Опрос может проводиться как очно, так и заочно в один или несколько туров. Развитие вычислительной техники позволяет проводить анкетирование в режиме диалога с ЭВМ или с ПК. Особенностью диалогового метода является составление математической программы, предусматривающей логическое построение вопросов и очередность их воспроизведения на дисплее в зависимости от типов ответов на них. В память машины закладываются стандартные ситуации, позволяющие контролировать правильность ввода ответов, соответствие

численных значений диапазону реальных данных. ЭВМ контролирует возможность ошибок и в случае их появления находит причину и указывает на нее.

#### **5.4. Инструментальные методы контроля**

В практике физического воспитания и спорта используются визуальные и инструментальные методы контроля. В первом случае специалисты (тренеры, научные работники, спортсмены), наблюдая за действиями спортсмена на соревнованиях и тренировочных занятиях, получают преимущественно качественное представление о его подготовленности. Результат визуальной оценки зачастую субъективен, не основан на четких критериях, его трудно использовать для сравнительного анализа.

Инструментальные методы контроля объективны. С их помощью получают количественную оценку любых характеристик и показателей действий спортсмена; изменений, происходящих в его организме при выполнении упражнений и т.п. В основе инструментальных методов контроля лежат измерительные системы.

##### **Понятие об измерительной системе.**

Развитие науки и техники позволяет обеспечить эффективный инструментальный контроль над подготовкой в физической культуре и спорте. В том числе имеется возможность более эффективно проводить отбор, прогноз в спорте и контроль эффективности тренировочной работы.

Новые технологии позволяют повысить точность инструментальных методов контроля.

В этой связи следует упомянуть разнообразные лазерные измерители и анализаторы двигательных характеристик и процессов, протекающих в организме спортсмена. Сюда же нужно включить цифровую фото- и видео регистрацию, совместимые через инфракрасные порты и высокоскоростные технологии Bluetooth с компьютерами, имеющими большую емкость оперативной и системной памяти, а также компакт-



ные носители информации на CD, DVD, USB .Flash. Все это позволяет создавать большие компьютерные базы данных на основе сбора показателей организма спортсменов на разных этапах их подготовки.

### Состав измерительной системы

Отдельные приборы, измерительные блоки, средства передачи информации объединяют в единую систему. Последняя должна включать датчики различного типа (сенсоры, например, датчики ЧСС типа Polar), каналы связи, приемное (регистрирующее) устройство и блок обработки информации (наиболее часто это компьютер, рис. 2).

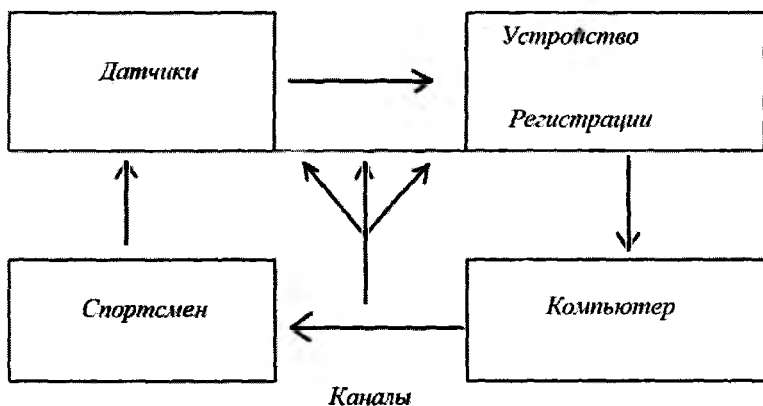


Рис. 2. Состав измерительной системы для регистрации состояния спортсмена

В состав измерительной системы часто включаются блоки оптической регистрации движений. Эти блоки собой методы дистанционного и бесконтактного контроля движений. Они служат целям регистрации кинематических характеристик, включая пространственные, временные и пространственно-временные параметры движений.

Результаты фотосъемки и/или видеорегистрации движений предназначены либо для их визуального изучения, либо, как сказано выше, для кинематического анализа (регистрация положений, поз, перемещений, скоростей и ускорений). В первом случае результаты исследования представляются в виде фотоснимков, видеофильмов, видеоклипов и др. Во втором случае, в комбинации с компьютерной техникой, имеется возможность регистрировать двигательные характеристики и тем самым осуществлять метрологический контроль технической подготовленности спортсменов. Для решения практических задач в настоящее время широко используется цифровая фото- и видеоаппаратура. Приборы этого типа значительно упрощают обработку материала, особенно при использовании прикладных компьютерных программ. После съемки тренировочного или соревновательного сюжета записанное изображение на карту памяти или DVD прибора (фото- или видеокамеры) может быть отправлено в компьютер, используя USB порт, а также инфракрасный или порт Bluetooth.

Положения, позы, перемещения можно подвергнуть детальному анализу, используя программу Adobe Photoshop. Для создания видеоклипов элементов техники движений можно использовать программу Adobe Premier. Для непрерывного контроля игровой деятельности в спортивных играх (баскетбол, футбол, хоккей и др.) используются специальные системы, включающие несколько видеокамер, объединенных в общий контур (например, используя карту видеозахвата изображения) при помощи компьютера.

Запись с цифрового фотоаппарата или видеокамеры можно просмотреть после выполнения упражнения и произвести качественный анализ. Вместе с тем имеется возможность наблюдать движения с помощью видеокамеры в реальном масштабе времени (on-line).

Для этого камеру присоединяют к DVD- player, а в том случае, когда требуется выполнить захват изображения и записать его на жесткий диск компьютера, необходимо оборудо-

вать компьютер платой видеозахвата. При работе с аналоговыми видеокамерами установка должна включать преобразователь аналогового сигнала в цифровой. Эту задачу хорошо решают компьютерные платы, называемые TV-tuner, которые легко помещаются на «материнскую» плату компьютера. В этом случае наблюдаемое на мониторе компьютера движение спортсмена может быть «захвачено» (опция «capture» - захват) и записано на жесткий диск для последующей обработки. Этим способом можно регистрировать относительно медленные движения, характерные для гимнастики, акробатики, бега, спортивных игр (то есть не броски и ударные действия). При этом эффективность захвата и записи изображения определяется мощностью процессора компьютера, его быстродействием. Регистрация движений с помощью видеосъемки позволяет эффективно оценивать движения в динамике.

Цифровые приборы позволяют фиксировать движения со скоростью более 100 кадров в секунду. Видеозаписи изображения движений сочетается с использованием фотоэлектронных методов их регистрации. При помощи фотоэлектронных устройств в спортивной практике точно измеряются моменты окончания движений, например, на финише скоростного бега. Эти методы обладают малой инерционностью и высокой степенью точности.

Схема измерительной системы состоит из следующих блоков. Первый

- объект измерения, это могут быть действия спортсмена в соревнованиях или тренировочных занятиях, различные функциональные системы организма и т.п. Второй блок - устройство, воспринимающее измеряемую величину. Для этого необходим чувствительный элемент средства измерения

- датчик информации. Он воспринимает информацию и передает ее в следующий блок - преобразователь. В нем измеряемая величина преобразуется в электрическую (гидравлическую, пневматическую) величину на основе физического закона о связи между ними. Здесь же

происходит усиление сигнала. Третий блок предназначен для вычислительных операций. Напомним, что измерением называется операция сравнения измеряемой величины с мерой (эталоном). Воспринятое датчиком значение физической величины после преобразования и усиления сравнивается с эталоном и через следующий блок - блок передачи измерительной информации - передается на устройство для отображения (и, если нужно, для хранения и автоматической обработки на ЭВМ).

**Характеристика датчиков, воспринимающих информацию.** Основное назначение датчиков - восприятие физических величин, характеризующих измеряемые явления (например, движений выполняемых спортсменами). Наиболее употребительны для этого следующие датчики.

**1. Фотодиоды.** Они используются в устройствах, с помощью которых измеряют время движений. Предположим, что нужно измерить время пробегания каждого пятиметрового отрезка в беге на 100 м. Для этого на дорожке стадиона через каждые 5 м устанавливаются фотодиодные датчики (первый блок измерительной системы).

Основу этих датчиков составляет слой, воспринимаемый световой поток. Во время пробегания спортсмена мимо датчика изменяется световой поток и уменьшается освещенность слоя. Когда датчик освещен, то на его клеммах есть электрическое напряжение, при этом одновременно снижается его внутреннее сопротивление. Как только тело спортсмена уменьшает световой поток, внутреннее сопротивление датчика возрастет, а электрическое напряжение снижается. Это и есть сигнал (информация), воспринятый датчиком и преобразованный в физические величины (сопротивление и напряжение). Такие сигналы с каждого фотодиода последовательно передаются в другие блоки измерительной системы, сравниваются с эталонами, обрабатываются и отображаются в виде времени (или скорости) бега.

Входная величина фотодиодов - освещенность, выходная -

постоянный ток. Они чувствительны в диапазоне от 0 до 500 Гц и имеют погрешность в 1–3%. Это один из недостатков фотодиодов, его нужно учитывать при особо точных измерениях.

**2. Реостатные датчики.** Они используются в устройствах, с помощью которых измеряют амплитуду движений в различных суставах.

Предположим, что нужно измерить изменение угла в коленном суставе во время удара по мячу ногой. Для этого можно использовать реостатный датчик (потенциометр), укрепленный на этом суставе.

Изменение угла в коленном суставе во время удара зависит от взаиморасположения бедра и голени в ходе движения. По этому критерию может оцениваться и техника выполнения удара. Входная величина реостатного датчика - линейное и угловое перемещение, выходная - изменение сопротивления. У него сравнительно небольшие погрешности, высокая чувствительность.

**3. Тензорезисторы.** Они являются чувствительным элементом измерительной системы, с помощью которой оцениваются динамические показатели движений.

Необходимость такой оценки очевидна: быстрота бега зависит от силы отталкивания (следовательно, тренер должен ее знать), дальность полета мяча - от силы удара; уровень силы определяет, сможет ли акробат сделать тройное сальто, а гимнаст - «крест».

Чтобы определить силу отталкивания в беге в дорожку, по которой бежит спортсмен, вделаны чувствительные элементы - тензорезисторы.

Можно поступить иначе - укрепить тензорезисторы в подметках беговых туфель. Взаимодействие спортсмена с дорожкой во время опорного периода приводит к деформации и дорожки и обуви и, следовательно, к деформации тензорезистора. Величина этой деформации пропорциональна силе взаимодействия.

Таким образом, определив деформацию, можно рассчитать приложенную силу.

В основе тензорезисторов лежит тот же физический принцип, что и реостатных датчиков: при растяжении или сжатии проводника изменяются его длина, площадь сечения и удельное сопротивление.

Эти изменения зависят от вектора силы и в пределах упругости материала проводника пропорциональны ей. Тензорезисторы пригодны для измерения как статических, так и динамических нагрузок. Входная величина тензорезисторов - перемещение, выходная - изменение сопротивления. Достоинством их является малая погрешность измерений, устойчивость к вибрациям, невысокая стоимость. Недостатки: низкая чувствительность, необходимость тщательного приклеивания.

**4. Акселерометры.** Предназначены для измерения ускорений; в основе такого датчика лежит измерение силы инерции, возникающей при движении. Сила инерции вызывает отклонение массы акселерометра, которое прямо пропорционально ускорению.

#### **Характеристика преобразователей информации**

Информацию, воспринятую датчиками, необходимо преобразовать в величину, пригодную для последующего анализа. Делается это по многим причинам: слишком разнообразны входные (измеряемые) величины; не для всякой из них есть шкала мер; значительны трудности передачи измерений величины в ее исходном виде.

Преобразование осуществляется с помощью устройств, на выходе которых формируется сигнал, удобный для последующего анализа. Например, изменение длины проводника, вызванное воздействием силы, преобразуется в электрическое напряжение. В процессе преобразования измерительной информации происходит и усиление сигнала, воспринятого датчиком.

#### **Вычислительные операции в измерительной системе**

Следующий блок измерительной системы осуществляет вычислительные операции. Так как измерение - это сравнение

с эталонной мерой, зарегистрированный сигнал нормируется в соответствии со шкалой.

При этом используются *аналоговые* или *дискретные* методы вычислений.

*Аналоговые методы* вычислений основаны на использовании операционных усилителей, в которых осуществляются арифметические операции.

*Дискретные методы* вычислений основаны на применении двоичных элементов, которые могут принимать только логические значения «0» или «1».

*Передача измерительной информации.* Для передачи результатов измерений используются телеметрические системы.

С их помощью измерительная информация передается по проводам или с помощью радиоволн.

*Проводная телеметрия* применяется преимущественно в лабораторных условиях; она соединяет блок преобразования и предварительной обработки информации с блоком ее отображения. Высокая помехоустойчивость проводной телеметрии сочетаются с существенным недостатком: провода, идущие от спортсмена, мешают его действиям.

*Радиотелеметрия* лишена этого недостатка, так как результаты измерений передаются по радио. Делается это так: на спортсмене укрепляются датчики, усилители и преобразователи информации, радиопередатчик и антенна. Все эти устройства выполняются в очень компактном виде, и спортсмены практически их не ощущают. Посылаемые передающим устройством сигналы принимаются блоком, состоящим из антенны и приемника. Здесь же происходит отображение, хранение и автоматическая обработка результатов измерений.

### **Представление измерительной информации**

Различаются *дискретные* и *аналоговые* формы представления результатов измерений.

*Аналоговые приборы*, используемые для непосредственного отображения измерительной информации,

называются самописцами. С их помощью получают наглядные диаграммные записи, которые позволяют анализировать динамику регистрируемого процесса. Наиболее употребительны регистраторы с непрерывной записью. В них стрелка измерительного устройства жестко соединена с регистрирующим механизмом. На конце стрелки есть перо с капиллярным устройством, через которое подаются специальные чернила.

В некоторых случаях вместо пера используется сопло, через которое струя чернил выбрасывается под значительным давлением.

Можно использовать и самописцы с фотозаписью. В них световой луч проецируется на движущуюся фотопленку. Инерционность фотолуча невелика, и поэтому с его помощью можно записывать высокочастотные процессы, которые в большей части и встречаются в спортивных измерениях.

Вторая форма представления измерительной информации - с помощью цифровых приборов. В этом случае результаты измерений высвечиваются на различного типа цифровых табло. Используются три типа цифровой индикации: 1) механические приборы цифровой индикации; 2) оптические цифровые приборы и 3) электронные цифровые приборы. Последний тип приборов получил наибольшее распространение. В них индикация осуществляется светодиодами или с помощью жидких кристаллов.

Цифровые приборы позволяют считывать измерительную информацию в привычной и удобной для использования форме. В некоторых случаях могут использоваться электронно-лучевые визуальные приборы, в которых цифры отображаются на экране электронно-лучевой трубки, или печатающие приборы.

В качестве печатающих применяют: 1) ленточные, в которых измеренные данные печатаются на узкой бумажной ленте. Таким, например, является кварцевый печатающий хронограф, на вход которого поступают сигналы от предыдущих блоков измерительной системы;



2) электрические пишущие машинки, снабженные блоком ввода данных.



Рис. 3. Эллиптический тренажер

Автоматизация процессов измерения повсеместно приводит к тому, что для отображения и хранения информации используется электронно – вычислительная техника. В таких случаях результаты измерений:

а) показываются (в виде графика или цифр) на экране дисплея; б) печатаются на бланке; в) записываются на магнитные диски для хранения.

#### **Разновидности инструментальных методов контроля**

В спортивной практике используют оптические, оптико - электронные и механоэлектрические методы контроля движений.

#### **Оптические и оптико - электронные методы регистрации движений**

*Оптические методы* регистрации движений включают в себя *фотосъемку* и *киносъемку*. Общим у них является то, что

изображение движущихся спортсменов (или любых других объектов) отображается на светочувствительном материале. Есть и отличия: при фотосъемке изображение фиксируется на неподвижной фотопластинке или фотобумаге, при киносъемке - на движущийся светочувствительной пленке.

*Оптическая регистрация* движений проводится с несколькими целями. Чаще всего ее результаты (фотография или кинофильм) применяются тренером для общей оценки правильности выполняемых движений, соответствия их заранее определенным эталоном.

Наиболее употребительны в этом случае кинограммы, покадровый просмотр которых позволяет оценить согласованность последовательных элементов движений. Здесь можно говорить преимущественно о качественной оценке движений.

При этом, чтобы вычленить отдельные моменты движения, возможен замедленный показ кинограмм. Особенно эффективен такой метод показа при скоростной киносъемке (100–500 кадров в секунду). В этом случае удастся увидеть все особенности движения, оценить, что спортсмен делает хорошо, а что плохо. Количественная оценка проводится обычно более сложными методами: с помощью *циклографии* или *стробофотографии*.

*Стробофотограмма* представляет собой совмещенное на одном фотоснимке изображение нескольких последовательных поз движения. Для этого съемка проводится с помощью вращающегося непрозрачного диска с прорезами. Если же на теле спортсмена (или спортивном снаряде) укрепить миниатюрные лампочки, светодиоды или зеркальные отражатели (так называемые маркеры), то в результате регистрации получим циклограмму.

Она будет представлять собой прерывистую линию, отражающую траекторию перемещения сегмента тела, на котором укреплен маркер. Зная скорость вращения диска, по расстоянию между точками прерывистой линии можно рассчитать скорость перемещения сегментов.

*Оптико - электронная регистрация* движений преимущественно осуществляется с помощью *видеозаписи*. В этом случае оптическое изображение движений преобразуется в электрический сигнал и записывается на магнитной ленте.

Сразу же после записи движения могут быть воспроизведены на экране дисплея или телевизора. С помощью такого устройства можно записывать на магнитную ленту все что угодно. Такая универсальность стандартного видеоконспекта ограничивает его применение для регистрации и последующего анализа быстрых спортивных движений.

В связи с этим в последние годы создаются специализированные видеомагнитофоны, которые эффективно используются на практике. Так, например, три видеокамеры, соединенные с ЭВМ, фиксируют спереди, сбоку и сверху игру волейболистов, выявляя наиболее существенные моменты соревновательной деятельности.

### **Механоэлектрические методы регистрации движений**

Чаще всего они применяются для регистрации биоэлектрических процессов, происходящих в организме спортсменов, а также при измерении биомеханических характеристик движений. Основные биоэлектрические процессы, информативно отражающие соревновательную и тренировочную деятельность, оцениваются после регистрации электрокардиограммы и электромиограммы. В первом случае оценивается состояние сердца, а во втором - мышц ( в покое или во время выполнения упражнений).

Существует две группы биомеханических показателей: *динамические* (сила, момент, импульс) и *градиент силы* (характеристика развития взрывной силы) и *кинематические* (положение тела и его сегментов во время движений, скорости и ускорения). Их регистрация осуществляется с помощью нескольких методов: динамометрии, спирометрии, акселерометрии, гониометрии (измерение гибкости), стабиллометрии.

## РАЗДЕЛ VI. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

### 6.1. Метрологический контроль технической подготовленности спортсменов

В содержание этого этапа контроля включается оценка **объема** техники движения спортсмена, **разносторонность** техники, ее рациональность.

То есть определение эффективности того, что умеет спортсмен.

Кроме того, важнейшим разделом этого блока контроля является оценка того, как владеет техникой спортсмен - **эффективность** его техники (рис. 4).

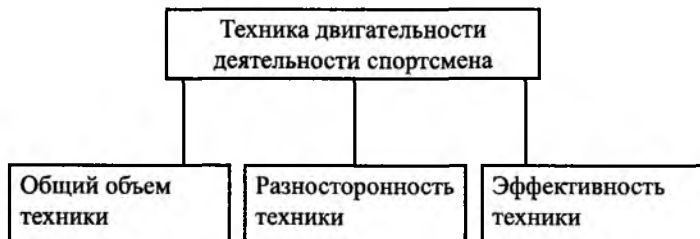


Рис. 4. Основные критерии технической  
подготовленности спортсмена

Общий объем спортивной техники может быть *тренировочным* и *соревновательным*. Оба этих параметра используются при организации контроля *технической подготовки* спортсмена. Эффективность техники: *абсолютная*, *сравнительная* и *реализационная* - также является объектом метрологического контроля.

Для контроля *технической подготовленности* спортсмена (ТПС) используют следующие две группы методов:

- визуальные,
- инструментальные.

Первая группа методов (визуальные) является наиболее распространенной, особенно в таких видах спорта как гимнастика, акробатика, спортивные игры, единоборства, в фигурном катании и некоторых других видах спорта. Это в основном виды спорта, где доминирует кинематическая структура движений спортсмена. Наблюдения внешней картины движения, выявление их пространственно-временной структуры проводится как начальный этап экспертного оценивания.

Этот подход положен в основу оценки эффективности соревновательной деятельности, где судьи-оценщики определяют наиболее совершенную и эффективную соревновательную технику спортсмена.

За эталонную технику в этом случае выбирают техническое выполнение упражнения выдающимся спортсменом (в том числе технику чемпионов и рекордсменов мира и Олимпийских игр).

При этом большое значение имеет не внешняя картина перемещений атлета, а динамическая структура или внутреннее содержание движения (усилия, приложенные к опоре или снаряду).

Поэтому спортивный результат во многом зависит от того, как точно спортсмен воспроизводит усилия, скорость их изменения, что в свою очередь зависит от степени совершенства нервно - мышечного аппарата и сенсорных систем организма (зрительной, слуховой, проприоцептивной и др.).

В связи с тем, что точность аппаратурной регистрации различных биомеханических параметров значительно превышает разрешающую способность сенсорных систем организма, появляется возможность использовать

аппаратные средства как дополнение к нашим органам чувств.

Например, метод электротензометрии позволяет зарегистрировать и измерить усилия, развиваемые спортсменом при выполнении различных физических упражнений и представить эти усилия на мониторе компьютера в удобной для наблюдения форме.

Для регистрации двигательных характеристик с целью оценки технической подготовленности спортсмена используются разные измерительные системы. Примером такой системы могут служить мониторы сердечного ритма типа Polar (Финляндия) (рис. 5) или устройство Garmin (рис. 6).



**Рис. 5. Внешний вид регистрирующего устройства - монитора сердечного ритма (выполненного в виде наручных часов)**



**Рис. 6. Внешний вид устройства Garmin с нагрудным датчиком ЧСС**

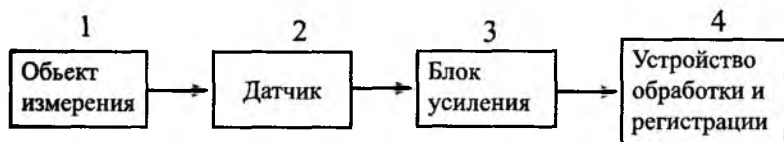
С помощью монитора типа RS 800 можно осуществлять контроль и измерения средней длины шага, темп и ритм беговых шагов, а также средние и пиковые значения частоты сердечных сокращений (ЧСС) при любой форме двигательной активности, то есть практически в любом виде спорта. В приборе имеется большой запас компьютерной памяти, плюс новый датчик шага.

Это позволяет детально регистрировать скорость на дистанции ходьбы, бега, лыжных гонок на основе простого кинематического уравнения вида:

$$V = T \cdot L,$$

где  $V$  – скорость горизонтального перемещения в шагательных локомоциях (например, бег, ходьба и др.),  $T$  – частота шагов или темп,  $L$  – средняя длина одиночного шага.

**Состав сложной измерительной системы** - это перечень всех элементов в нее входящих, и направленных на решение задачи измерения (рис. 7).



*Рис. 7. Схема состава измерительной системы.*

Характеристика составных частей измерительной системы:

1. Объектом измерения может быть любая физическая или химическая реальность окружающего нас мира.

2. Датчик - это приёмник информации. Он аналогичен рецепторам организма человека или животных, его задача - приём, переработка (преобразование от одного носителя информации к другому) и передача информации об изменениях реальностей окружающего мира. Например, датчики биоэлектрических сигналов преобразуют потенциалы действия (ПД) клеток сердечной мышцы, нейроны головного мозга, скелетных мышц, которые используются при регистрации электроэнцефалограммы (ЭМГ); датчики механических воздействий преобразуют изменения механических характеристик системы, как правило, в электрический сигнал (например, пьезодатчики, или датчики сопротивления).

3. Блок усиления характеризуется коэффициентом усиления.

4. Устройство обработки и регистрации, измеренной информации. Управление устройством обработки может быть ручным или автоматизированным.

Передача информации от датчика к приёмнику осуществляется по различным каналам связи (табл. 1).



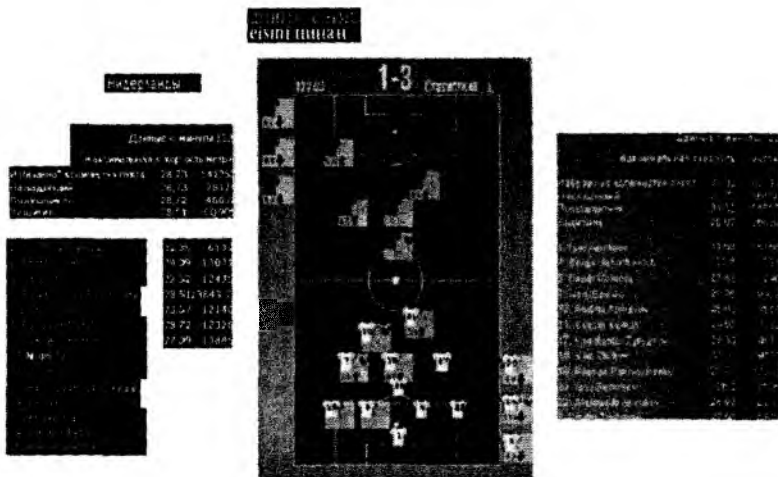
**Способы передачи информации от датчиков  
к регистрирующим и преобразующим блокам  
измерительной системы**

Способ передачи сигналов	Физическая основа
1. Фототелеметрия	Свет
1. Акустическая телеметрия	Звук (упругие колебания среды)
3. Проводная телеметрия	Проводник (потoki электронов по ним)
4. Радиотелеметрия (в том числе технологии Bluetooth)	Колебание электромагнитных волн

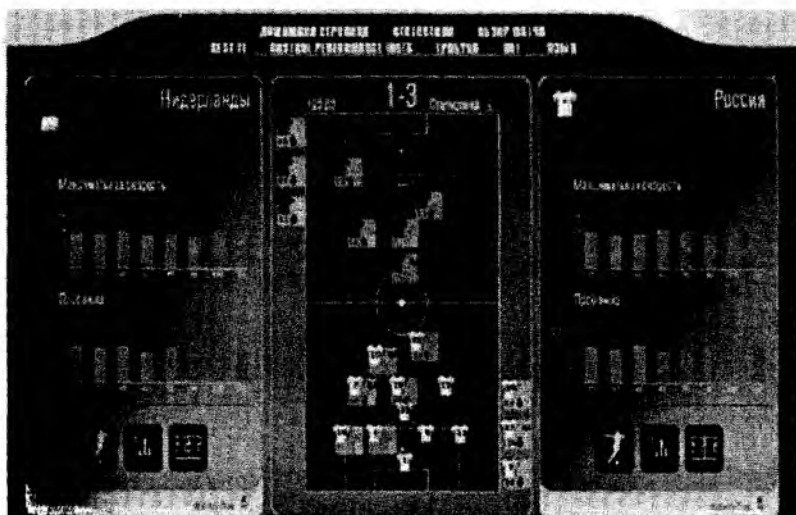
Статистическая программа Castrol Performance Index (PCI) является новым высокотехнологичным продуктом, который использует системы мониторинга для оценки игры лучших футболистов мира в соответствии с их позиций на футбольном поле.

Данная система изучает передвижение игрока и объективно оценивает его вклад в работу (или успех) команды для достижения победы.

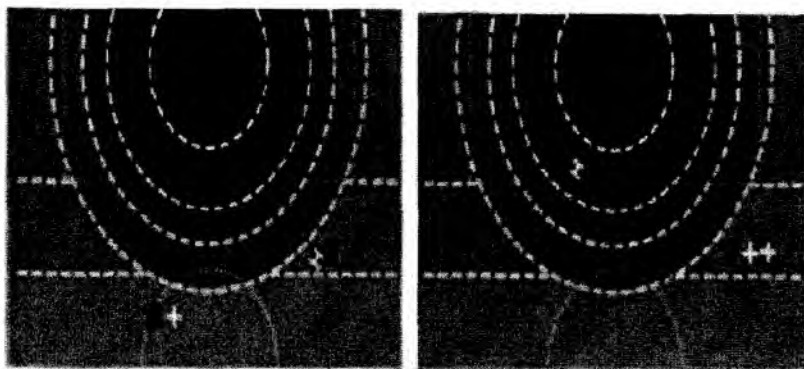
По периметру поля размещены 16 видекамер, подсоединённые к компьютеру, который при помощи специального программного обеспечения каждые 15 минут отслеживает общее количество перемещений каждого игрока, выраженное в метрах, а также определяет максимально достигнутую футболистом (на этом отрезке времени) скорость перемещения в м/с (рис. 8,9).



**Рис. 8. Персональные показатели игроков за матч.**



**Рис. 9. Максимальная скорость и пробег команд в игре за 15 минутные отрезки времени**



*Рис. 10. Пример начисления очков за передачу.*

Кроме того, поле разделяется на ряд зон, каждая из которых имеет свою «цену гола» - когда владение в этой зоне приводит к голу. Кроме голевых ситуаций, очки SPI начисляются игрокам за передачи, проходы, удары по воротам и т.д.

Количество начисляемых очков зависит от того, на каком участке футбольного поля выполнена передача, а также вероятность того, что передача приведёт к голу гораздо больше, если этот пас выполнен на половине соперника, поэтому игроку в этом случае начисляется большее количество очков (см. рис. 10).

С другой стороны, при ошибочных передачах мяча или перехвата мяча со стороны игроков команды соперника, происходит вычет очков.

## **6.2. Метрологический контроль физической подготовленности спортсменов**

Все начисленные программным обеспечением очки учитываются, суммируются и служат основанием для дальнейшего обсуждения различных вариантов улучшения игры команды.

Метрологический контроль физической подготовленности спортсменов.

В процессе управления подготовкой спортсмена необходимо осуществлять контроль. Под контролем в спортивной метрологии понимают сбор информации об объекте (системе) с целью последующего положительного изменения деятельности системы.

В процессе физического воспитания и спортивной тренировки объектами контроля являются:

1) физические и психологические нагрузки;

2) функциональное состояние человека:

а) уровень физического и психического здоровья - состояние нормального функционирования всех систем организма человека в нормальных внешних естественных условиях;

б) состояние «спортивной формы» - состояние повышенной готовности переносить внешние нагрузки и адаптироваться к ним;

3) уровни развития разных аспектов спортивной подготовленности (например, физической, тактической, технической, психологической и теоретической);

4) уровни развития физических качеств: силы, быстроты, выносливости, гибкости, ловкости;

5) специальное спортивное оборудование: спортивное снаряжение, спортивные снаряды, тренажерные устройства, экипировка, вспомогательные средства;

б) спортивное судейство и т.д.

В практике физического воспитания и спорта осуществляют, как правило, комплексный контроль состояния спортсмена, его соревновательной и тренировочной деятельностью, который может быть представлен в виде общей схемы (рис. 11).

### **Общие требования к контролю**

Контроль над физической подготовленностью включает измерение уровня развития скоростных и силовых качеств, выносливости, ловкости, гибкости, способности сохранения равновесия и т. п. Возможны три основных варианта тестирования:



*Рис. 11. Система контроля в спортивной практике*

1) комплексная оценка физической подготовленности с использованием широкого круга разнообразных тестов (например, измерение достижений в полиатлоне);

2) оценка уровня развития какого-либо одного качества (например, выносливости у бегунов);

3) оценка уровня развития одной из форм проявления двигательного качества (например, уровня скоростной выносливости у бегунов).

При тестировании физической подготовленности спортсмена необходимо предварительно:

1) определить цель тестирования;

2) обеспечить стандартизацию измерительных приборов и процедур;

3) выбрать тесты с высокой надежностью и информативностью, техника выполнения которых сравнительно проста и не оказывают существенного влияния на результат;

4) освоить тесты настолько хорошо, чтобы при их выполнении основное внимание было направлено на

достижение максимального результата, а не стремление выполнить движение технически правильно;

5) иметь максимальную мотивацию на достижение предельных результатов в тестах (это условие не распространяется на стандартные функциональные пробы);

6) иметь объективную и реальную систему оценок достижений в тестах.

Соблюдение всех этих условий обязательно, но особое внимание при проведении тестирования следует уделять созданию такого психического настроя, который бы позволил полностью проявить истинные возможности каждого спортсмена. Этого можно добиться, приблизив условия тестирования к соревновательным, в которых обычно демонстрируются наивысшие достижения.

### **6.3. Контроль скоростных качеств.**

#### **Формы проявления скоростных качеств**

Скоростные качества спортсменов проявляются в способности выполнить движения в минимальный промежуток времени. Принято выделять элементарные и комплексные формы скоростных качеств [4, 8].

Элементарные формы включают в себя:

а) время реакции;

б) время одиночного движения;

в) частоту (темп) локальных движений.

Комплексные формы представлены быстротой выполнения спортивных движений (время атаки фехтовальщика, рывок нападающего в футболе или в хоккее, ударное или защитное действие в боксе и т. п.).

#### **Контроль времени реакции**

Время выполнения любого упражнения обычно складывается из двух переменных: времени реакции (ВР) и времени движения (ВД). Например, результат в бега на 100 метров, равный 10,15 с., представляет собой сумму

времени стартовой реакции бегуна (допустим, равный 0,15 с.) и времени пробега дистанции (10,00 с.). вклад ВР оказывается наибольшим в тех упражнениях, где его значения сопоставимы со временем следующих за реагированием движений (наиболее типична такая ситуация в спортивных играх и единоборствах).

Различают *простые* и *сложные реакции*: последние, в свою очередь, подразделяются на *реакции выбора* и *реакции на движущийся объект*.

Время простой двигательной реакции измеряют в таких условиях, когда заранее известен и тип сигнала, и способ ответа (например, при загорании лампочки - отпустить кнопку, на выстрел стартера - начать бег). Длительность простых реакций сравнительно невелика и, как правило, у взрослых спортсменов не превышает 300 мс. (0,3 с.), но заметно изменяется с возрастом юных спортсменов.

Для контроля уровня простой двигательной реакции (ПДР) в настоящее время широко используется компьютерная техника. Довольно простые компьютерные программы (softwares) могут быть использованы для решения этой метрологической задачи.

Например, программой предусмотрено появление на мониторе компьютера простого изображения (знака), требуется нажать клавишу компьютерной мыши, как только испытуемый увидел изображение. Выполняется порядка 25 нажатий. Каждый раз процессор с высокой точностью определяет ПДР (с точностью до 0,0001 с.) и затем после обсчета представляет среднюю величину из 25 попыток. Погрешность измерительного комплекса не должна превышать единицу Миллисекунды.

Например, при измерении ПДР на световой раздражитель должны быть стандартизированы расстояние между спортсменом и сигналом, форма, цвет и яркость сигнала, фон, на котором предьявляется, освещенность помещения, размер и форма датчика, усилие, прикладываемые к нему, способ ответа (нажатие кнопки или отрыв руки от кнопки).

Полученные данные ПДР составили в среднем 299 мс. и метод регистрации этой метрологической характеристики достаточно точен и надежен, поскольку коэффициент вариации в данном случае измерений не превышал 6 %.

В соревновательных условиях способ измерения ПДР обуславливается особенностями старта, либо условиями выполнения элементов соревновательного упражнения. Например, на стартовые колодки (стартовую тумбу бассейна и т. п.) помещаются контактные датчики, допустимая погрешность срабатывания которых не должна превышать 1 - 2 мс. Стартовые пистолет, датчики и времяизмерительное устройство (ВИУ) соединены между собой так, что выстрел пистолета запускает систему измерения ПДР, а замыкание (или размыкание) контакта останавливает время отсчета.

**Сложная реакция** характеризуется тем, что тип сигнала и вследствие этого способ ответа неизвестны (такие реакции свойственны преимущественно спортивным играм и единоборствам, где ответные движения спортсмена всецело определяются действиями соперника). Зарегистрировать время такой реакции в соревновательных условиях весьма трудно. Измерение **времени реакции** на движущийся объект проводится так: в поле зрения спортсмена появляется объект (это может быть соперник, мяч, шайба, точка на экране и т. п.), на который нужно реагировать определенным движением. Длительность времени таких реакций, обычно, составляет от 300 до 800 мс.

Характер и длительность двигательных реакций всех типов зависит от многих факторов (вида спорта, возраста, квалификации и состояния спортсмена в момент измерения, сложности и освоенности движения, которым он реагирует на сигнал; типа сигнала и т. п.). в связи с этим вариативность времени двигательной реакции как показателя скоростных качеств (и **внутрииндивидуальная**, и **межиндивидуальная**) оказывается в 12 лет весьма значительной. Как показали исследования, этот показатель изменяется с возрастом спортсменов. В качестве примера можно привести изменение



Таблица 2

**Пример регистрации результатов бега на расстояние  
30 метров у юных футболистов 14-летнего**

Ф. И.О.	Время м;с.
А-в Алишер	5,83
А-в Собир	6,09
А-в Зафар	5,96
Б-в Бобур	6,25
З-в Темир	6,10
И-в Ботир	5,78
К-в Дониёр	6,28
Ж-в Тохир	5,88
М-в Али	6,24
Д-в Ахрор	6,17
Ж-в Сардор	5,72
О-в Абдулла	5,65
С-в Акрам	6,25
Т-в Сарвар	5,91
Х-в Бахром	6,07
Ш-в Жамшид	6,01
Среднее значение	6,012
Стандартное отклонение ( $\sigma$ )	0,202
Коэффициент вариации, %	3,36

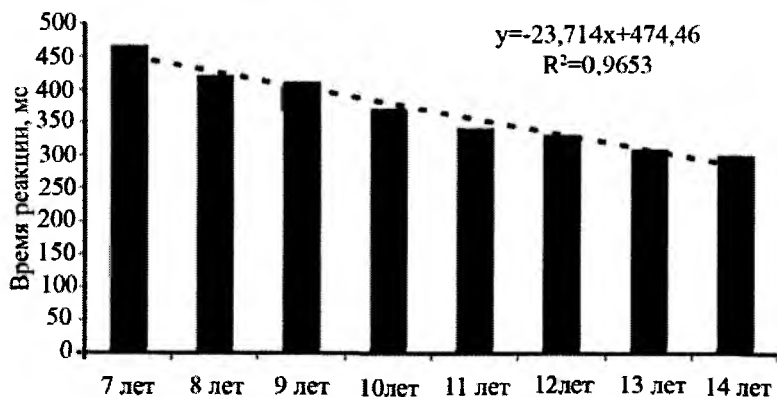
Таблица 3

**Пример регистрации простой двигательной реакции  
у юных футболистов 14-летнего возраста с помощью  
компьютерного теста**

Ф. И.О.	Время простой двигательной реакции, с.
Р-в Аким	0,33

В-н Артем	0,29
Б-в Акром	0,27
К-в Рустам	0,30
Т-в Алишер	0,20
В-в Тохир	0,26
С-в Ботир	0,28
М-в Денис	0,28
Я-в Александр	0,29
Д-в Дониёр	0,17
С-в Собир	0,32
Ж-в Темир	0,36
Р-в Сардор	0,35
А-в Сарвар	0,31
С-в Ботир	0,28
Т-в Абдулла	0,31
П-в Антон	0,29
Ж-в Роман	0,34
О-в Фозил	0,30
Т-в Бекзод	0,26
С-в Шерзод	0,36
Х-в Абдулла	0,28
С-в Халил	0,30
Б-в Хайрулла	0,33
З-в Жамшид	0,31
У-в Райим	0,33
Среднее значение	0,299
Стандартное отклонение ( $\sigma$ )	0,01
Коэффициент вариации, %	6

времени простой двигательной реакции у юных футболистов с возрастом (от 7 до 14 лет) (рис. 12).



**Рис. 12. Изменение времени простой двигательной реакции у юных футболистов с возрастом**

Имеется четкая тенденция снижения времени данной реакции с возрастом с «шагом» 23,7 мс. в год (согласно уравнению регрессии вида  $y = -23,714x + 474,46$  при  $R^2 = 0,965$ ). Вместе с тем важно заметить, что показатели времени простой двигательной реакции имеют заметные индивидуальные колебания, поэтому коэффициент вариации этого метода регистрации ПДР может составлять от 9,7 до 18,0 %.

#### **Контроль величины темпа движений**

Частота движений является важным показателем скоростных качеств спортсмена. Количество движений в единицу времени, или темп ( $T$ ), наряду с длиной шага ( $L$ ) определяют величину горизонтальной скорости ( $V$ ) перемещения при разнообразных шагательных локомоциях (бег, ходьба, лыжи, коньки, плавание, велоспорт, гребля и др.). Темп рассчитывают на основе измерения выполнения двигательного действия ( $\Delta t$ ) и их количества ( $n$ ):  $T = n / \Delta t$  (выражается в единицах  $s^{-1}$ ).

Показатели темпа изменяются с возрастом. На это

указывали данные измерения темпа локальных движений и темпа бега у детей разного возраста, занимающихся на занятиях футболом. Измерение времени (скорости) максимально быстрых движений осуществляется двумя способами: ручным (с помощью электронного секундомера) и автоматически (с помощью электромеханических спидографов, фотоэлектронных устройств, приборов, основанных на эффекте Доплера).

Регистрация времени ручным электронным секундомером наиболее проста, но имеет ряд недостатков: во - первых, итоговый результат зависит от времени реакции (ВР) секундометриста, которое весьма вариативно; во - вторых, результат измерения - это сумма ВР и время самого двигательного действия.

Все это приводит к заметным величинам коэффициента вариации метода измерения времени движения (рис. 13).

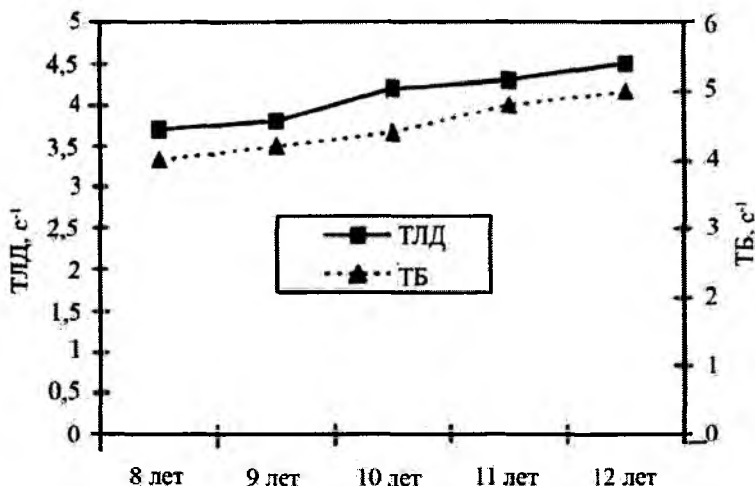


Рис.13. Показатели темпа локальных движений (ТЛД) и темпа бега на месте (ТБ) и их изменения с возрастом у юных спортсменов (футбол)

Самым простым из них является электромеханический спидограф, состоящий из лентопротяжного механизма с отметчиками времени и расстояния. К ним присоединена через катушку с тормозом леска, другой конец которой крепится к поясу спортсмена. Во время бега (плавания, гребли и т. п.) вытягивание лески приводит к замыканию контактов и писчики отмечают на ленте время (через каждые 0,02 с.) и расстояние (через 1 метр). Из всех автоматических ВИУ спидограф наименее точен, погрешность его измерений составляет 5 – 7 % .

Коэффициенты вариации методов определения темпа локальных движений (компьютерное тестирование) и темпа бега на месте были в основном сходными (табл. 4). Их величина составляла от 10 до 14 %.

*Таблица 4*

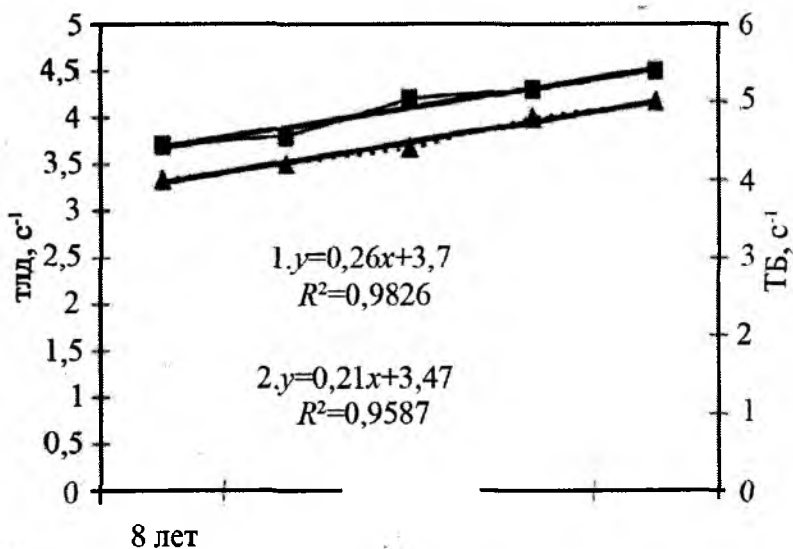
**Показатели темпа движений и их изменение с возрастом у юных футболистов 8 – 12 лет**

Возраст	ТЛД, с <sup>-1</sup>	КВ, %	ТБ, с <sup>-1</sup>	КВ, %
8 лет	3,7	10,8	4,0	13,8
9 лет	3,8	12,0	4,2	11,6
10 лет	4,2	14,0	4,4	11,0
11 лет	4,3	10,0	4,8	10,6
12 лет	4,5	11,0	4,0	12,4

Обозначения: ТЛД – темп локальных движений, ТБ – темп бега на месте, КВ – коэффициент вариации.

Прирост величины темпа как показателя быстроты движения с возрастом у юных спортсменов составил 0,26 с<sup>-1</sup> в год. Эта величина получена из уравнения регрессии вида:  $y=0,26 \cdot x+3,7$ , при этом достоверность аппроксимации данных составила 98 % ( $R^2 = 0,983$ ).

При регистрации темпа локальных движений нарастание темпа с возрастом тоже хорошо предсказывается на основе статистической закономерности вида:  $Y=0,21x - 3,47$  при  $R^2 = 0,960$  (рис. 14).



**Рис. 14. Графическое представление регрессионной зависимости темпа движений отвозраста юных футболистов**

Надежные результаты можно получить, если использовать систему, состоящую из фотоэлементов, усилителя и регистрирующего устройства (электронных часов, осциллографа, самописца и т. п.).

Фотоэлектронные датчики располагаются в определенных точках дистанции (например, через каждые 3 метра для бега на 30 м. или через каждые 5 метра для бега на 100м.); при пересечении линии датчиков изменяется их освещенность и ВИУ срабатывает. Перспективными для измерения ВД являются ВИУ, основанные на эффекте Доплера, лазерные измерители и т. п.

**Изменение комплекса показателей скоростных качеств на разных этапах подготовки спортсменов (юные футболисты 11–12 лет)**

Показатели	Начальный период	Через год тренировки	Разница, %
ВДР, мс	0,38±0,02	0,33±0,02	13
Темп локальный, с <sup>-1</sup>	4,3±0,11	4,7±0,15	9
Темп общий, с <sup>-1</sup>	4,8±0,13	5,3±0,12	10
Бег 30 м, с	5,93±0,04	5,62±0,03	5

Обозначения: ВДР - время двигательной реакции.

Более эффективно можно оценить скоростные качества, если использовать батарею тестов. Например, при проведении контроля эффективности развития этих двигательных качеств в течение года систематических занятий спортсменов регистрируют следующие показатели:

- 1) время простой двигательной реакции;
- 2) темп локальных движений;
- 3) темп тотальных движений (частота шагов в беге на месте);
- 4) время спринтерского бега на 30 м. в начале и через год тренировки (табл. 5)

#### **6.4. Информативность и надежность тестов, используемых в контроле скоростных качеств спортсмена**

В большинстве случаев комплексный контроль быстроты движения проводится с помощью тестов, надежность которых была заранее определена специалистами в области спортивной метрологии. При использовании нового теста необходима проверка его надежности. Самый простой способ проверки - визуальное сравнение значений первой и

второй попыток в тесте каждого спортсмена. Если результаты повторных измерений совпадают, значит, использованный тест характеризруется высокой надежностью. В этом случае получаем качественную оценку теста «надежен» или «ненадежен». Для получения количественной оценки нужно определять коэффициент надежности. Для этого можно использовать два метода:

1. Дисперсионный анализ. Он позволяет рассчитывать не только коэффициент надежности, но и установить влияние различных факторов на изменчивость результатов в тесте.

2. Расчет коэффициента корреляции двух попыток. Оценка надежности  $r$  - в зависимости от величины ее коэффициента, представлена в таблице 6.

*Таблица 6*

**Корреляция показателей теста и ретеста (повторное тестирование, например, через неделю)**

<b>Коэффициент корреляции показателей теста и ретеста</b>	<b>Надежность теста</b>
от 0,95 до 1,0	отличная
от 0,90 до 0,94	хорошая
от 0,80 до 0,89	средняя
от 0,70 до 0,79	удовлетворительная
меньше 0,70	недостаточная (низкая)

Тесты, показатели надежности которых меньше 0,7, использовать не рекомендуется. Метрологический контроль с помощью малонадежных тестов приводит к ошибкам в оценке состояния спортсменов. Если эти ошибочные данные используются как контрольные параметры для построения тренировочной программы, то это может привести к ошибкам тренировочного процесса в целом. В связи с этим всегда



ставится задача повысить надежность тестов, применяемых для контроля тренировочного процесса и для оценки подготовленности спортсменов. Для этого необходимо устранить причины, которые вызывают увеличение вариативности измерений, использовать адекватные и точные приборы, мотивировать спортсменов на максимальный результат в тесте и учитывать исходное функциональное состояние обследуемых с помощью тестирования лиц.

**Стабильность теста** - это такая разновидность надежности, которая проявляется в степени совпадения результатов тестирования, когда первое и последующие измерения разделены определенным временным интервалом. Высокая стабильность теста свидетельствует о сохранении приоритетного в ходе тренировок технико-тактического мастерства, двигательных и психологических качеств.

**Корреляционный анализ** позволяет получить представления о надежности и стабильности тестов, которые использовались в процессе контроля. Полученная информация помогает определить, какие тесты и в каком возрастном периоде можно использовать для прогноза результатов.

При прогнозировании спортивной одаренности исходят из того, что определенное сочетание двигательных и психологических способностей, а также анатомо - физиологических задатков создает потенциальную основу для достижения высоких спортивных результатов в конкретном виде спорта. Необходимо учитывать стабильность показателей, характеризующиеся тем, что дети, показывающие лучшие результаты в раннем возрасте, сохраняют это преимущество в последующие периоды жизни.

Основой способностей являются природные задатки, обусловленные наследственностью. Они проявляются при первых же попытках реализации какой-либо деятельности ребёнка. Однако, от природной одаренности зависит не сам успех, а только возможность его достижения.

Информативность некоторых показателей, характери-

стизующих быстроту движения, представлена в таблице 7.

Таблица 7

**Показатели информативности тестов, полученные при тестировании юных футболистов 12 лет**

Критерии	Показатели ВД	Коэффициент информативности
Результат в беге на 60 м.	1) прыжок в длину с места, см	- 0,61
	2) тройной прыжок с места, см	- 0,52
	3) прыжок вверх с места (по Абалакову), см	- 0,75
	4) темп бега на месте, с	0,03
	5) теппинг-тест, с	0,38
	6) бег на одной ноге 10 м., с	0,82
	7) бег на 15 м., с	0,93
	8) бег на 30 м., с	0,89
	9) бег на 30 м. с ходу, с.	0,84

Видно, что малоинформативными и, следовательно, непригодными для контроля скоростных качеств юных футболистов 12 лет являются такие тесты как темп бега на месте и частота движений кистью (теппинг-тест). Среди прыжковых тестов наибольшей информативностью обладает вертикальный прыжок по Абалакову, а самыми информативными оказались беговые тесты.

### **6.5. Контроль силовых качеств**

Определение силы в неявной форме содержится в трех законах движения Ньютона.

1. Всякое тело пребывает в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока какие-нибудь силы не выведут его из этого состояния.

2. Всякое не уравновешенная сила сообщает телу ускорение

в том направлении, в котором она действует. Это ускорение пропорционально силе и обратно пропорционально массе тела.

3. Если тело  $A$  действует с некоторой силой на тело  $B$ , то тело  $B$  действует с такой же, но противоположно направленной силой на тело  $A$ .

На основе второго закона Ньютона определяют единицу силы как произведение массы на ускорение ( $F = m a$ ).

Существует и другая формулировка второго закона Ньютона.

Количество движения тела равно произведению его массы на скорость его движения, так что величина (произведение)  $m a$  – это скорость изменения количества движения. Сила, действующая на тело, равна скорости изменения его количества движения.

Есть разные способы измерения силы. Иногда для этого достаточно уравновесить силу грузом или определить, насколько она растягивает пружину. Иногда силы можно вычислить из других наблюдаемых величин, например, ускорений, при рассмотрении прыжков или метаний снарядов.

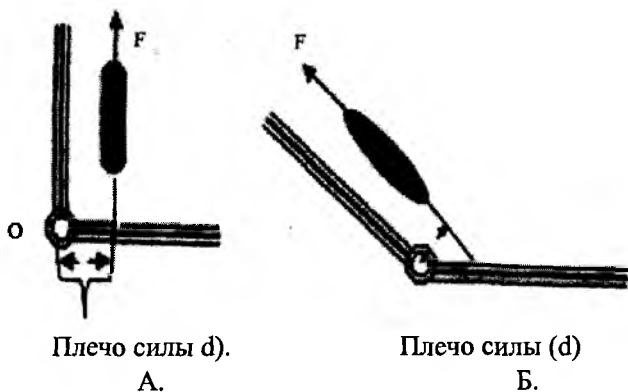
В других случаях лучше всего использовать один из многочисленных электрических приборов, известных под названием механоэлектрических преобразователей. Эти приборы под действием приложенных сил генерируют электрические сигналы, которые можно усилить и зарегистрировать в виде какой-либо записи и преобразовать в величины силы.

Силой действия в спортивной теории и практике называют силу воздействия человека на внешнее физическое окружение, передаваемую через дистальные биозвенья тела. Примерами может служить сила давления на гимнастический мостик при отталкивании, толчок штанги, взаимное усилие спортсменов в армрестлинге и т. п.

Сила действия человека зависит от состояния данного

человека и его волевых усилий, то есть стремления проявить ту или иную величину силы, в частности, максимальную силу, а также от внешних условий, в частности, от параметров двигательных заданий, например, суставных углов и биоцепях тела (рис. 15).

Все это необходимо учитывать при организации метрологического контроля этих двигательных качеств. При тяге под прямым углом (суставной угол равен  $90^{\circ}$ ) момент ( $M$ ) силы  $F$  относительно оси сустава ( $O$ ) будет максимальным ( $M = F \cdot d$ ), поскольку при этом будет самое большое плечо силы. Тогда как при суставном угле в  $120^{\circ}$  конечный эффект тяги мышцы как произведения ее модуля ( $F$ ) на уменьшенное в этом случае плечо  $d$  будет значительно меньше.



**Рис. 15. Изменение эффективности и тяги мышцы с уменьшением плеча ее силы (А и Б)**

Для конкретной метрологической оценки силовых качеств спортсмена необходимо иметь в виду, что они характеризуются максимальными величинами силы действия, которую может проявить конкретный тот или иной человек. Наиболее распространенной является следующая классификация силовых качеств [1,3,5,8] (см. табл. 8):

## Силловые качества спортсмена

Силловые качества	Условия проявления
1. Собственно силловые (статическая сила)	Статический и иарастатический режим движения
2. Скоростно-силловые: а) динамическая сила, б) амортизационная сила.	Быстрые движения Уступающие движения

От уровня развития силловых качеств зависят достижения практически во всех видах спорта, и поэтому методам контроля и совершенствования этих характеристик уделяется значительное внимание.

## Способы измерения силы

Методы контроля силловых качеств имеют давнюю историю. Первые механические устройства, предназначенные для измерения силы человека, были созданы еще в XVIII веке.

При контроле силловых качеств обычно учитывают три группы показателей.

1. Основные: а) мгновенные значения силы в любой момент движения (в частности, максимальная сила); б) средняя сила.
2. Интегральные, такие как импульс силы.
3. Дифференциальные, например, градиент силы.

Максимальная сила весьма наглядна, но в быстрых движениях сравнительно плохо характеризует их конечный результат (например, корреляция максимальной силы отталкивания и высоты прыжка может быть близка к нулю). Согласно законам механики конечный эффект действия силы, в частности, усилие, достигнутое в результате изменения скорости движения тела, определяется импульсом силы. Если сила постоянна, то импульс - это произведение силы на время ее действия ( $S_i = F \cdot \Delta t$ ). В других условиях, например, при ударных взаимодействиях, расчеты импульса силы проводятся путем интегрирования, поэтому показатель называется *интегральным*.

Таким образом, наиболее информативен импульс силы при контроле ударных движений (в боксе, в играх по мячу и т. п.).

**Средняя сила** - это условный показатель, равный частному от деления импульса силы на время ее действия. Введение средней силы равносильно предположению, что на тело в течение того же времени действовала постоянная сила (равная средней).

**Дифференциальные силовые показатели** получаются в результате применения математической операции дифференцирования. Они показывают, как быстро изменяются мгновенные величины силы.

Различают два способа регистрации силовых качеств:

1) без измерительной аппаратуры (в этом случае оценка уровня силовой подготовленности проводится по тому максимальному весу, который способен поднять или удержать спортсмен);

2) с использованием измерительных устройств - динамометров или динамографов.

Все измерительные процедуры проводятся с обязательным соблюдением общих для контроля физической подготовленности метрологических требований. Необходимо также строго соблюдать специфические требования к измерению силовых качеств:

1) определять и стандартизировать в повторных попытках положение тела (сустава), в котором проводится измерение;

2) учитывать длину сегментов тела при измерении моментов силы;

3) учитывать направление вектора силы.

### **Измерение максимальной силы**

Понятие «максимальная сила» используется для характеристики, во-первых, абсолютной силы, проявляемой без учета времени, и, во-вторых, силы, время действия которой ограничено условиями движения. Например, вертикальная составляющая максимальной силы отталкивания в движении,

моделирующем беговой шаг, составляет 4000 Н; реальная же вертикальная сила отталкивания в ходьбе равна 700 Н (приблизительно 10 Н/кг массы спортсмена), в беге – 2000 Н (или около 30 Н/кг).

**Максимальная сила** измеряется в специфических и неспецифических тестах.

В первом случае регистрируют силовые показатели в соревновательном упражнении или упражнении близком к нему по структуре двигательных качеств.

Во втором случае чаще всего используют стенд силовых обмеров, на котором измеряют силу практически всех мышечных групп в стандартных заданиях (как правило, в сгибаниях и разгибаниях сегментов тела).

В зависимости от способа регистрации результатом измерения бывает:

- 1) максимальная статическая сила;
- 2) максимальная динамическая сила.

Зарегистрированные в ходе измерений показатели силы называют абсолютными; расчетным путем определяют относительные показатели (отношение абсолютной силы к массе тела). При анализе относительных показателей необходимо учитывать, что в общем виде зависимость «сила - масса» описывается уравнением:

$$F = \alpha \cdot W^{0,667}$$

где:  $F$  – сила (результат в силовом тесте);  $W$  – масса тела,  $\alpha$  – константа.

### **Контроль силовых качеств без измерительных устройств**

В массовом спорте об уровне развития силовых качеств часто судят по результатам *соревновательных* или *тренировочных* упражнений. Существует два способа контроля: *прямой* и *косвенный*.

В первом случае максимум силы соответствует тому наибольшему весу, который может поднять спортсмен в технически сравнительно простом движении (например,

жиме штанги лежа). Применять для этого координационно сложные движения (например, рывок штанги) нецелесообразно, так как результат в них в значительной степени зависит от технического мастерства. Во втором случае измеряют не столько абсолютную силу, сколько скоростно-силовые качества или силовую выносливость.

Для этого используют такие упражнения, как прыжки в длину и высоту с места, метание набивных мячей, подтягивания и т. п. Об уровне развития качеств судят по дальности бросков и метаний, исходя из зависимости между силой и скоростью движения.

Например, при значительных по массе отягощениях результат метания характеризует силовые качества; при средних - скоростно - силовые; при малых - скоростные.

### 6.6. Добротность силовых тестов

Информативность силовых тестов, применяемых в практике некоторых видов спорта, представлена в таблице 9.

Таблица 9

#### Информативность показателей силы

Критерий	Показатели ВД	Коэффициент информативности
Плавание: а) 100 м в/с	Статическая сила, измеренная в начале гребка	0,606
б) 100 м на спине	То же	0,377
Рывок штанги	Сила в рывковом хвате	0,644
Толчок штанги	Сила в толчковом хвате	0,695

Из таблицы видно, что информативность одного теста применительно к разным критериям неодинакова. Изменяется она и при изменении состава спортсменов (в разных видах спорта). Надежность силовых тестов зависит от их сложности и способа измерения результатов. Наименее надежны те-



сты, измерения в которых проводятся механическими динамометрами ( $0,60 \leq r_{\text{н}} \leq 0,80$ ),

Сравнительно высокой надежностью характеризуются градиенты силы (независимо от способа измерения,  $0,70 \leq r_{\text{н}} \leq 0,80$ ), Высокая надежность у тестов, предназначенных для измерения максимальной силы с помощью тензометрических устройств ( $0,85 \leq r_{\text{н}} \leq 0,95$ ).

Эквивалентность силовых тестов определяется по величине коэффициентов корреляции их результатов (табл. 10).

Таблица 10

**Корреляционные зависимости показателей силы разгибателей ног при разных углах в коленном суставе (по Л.М. Райцину)**

Угол, градусы	90	110	130	150	Сила, кг
70	0,912	0,698	0,593	0,575	$63 \pm 14$
90		0,758	0,639	0,526	$105 \pm 30$
110			0,708	0,440	$188 \pm 47$
130				0,824	$303 \pm 70$
150					$372 \pm 86$

Видно, что эквивалентны тесты измерения силы при близких углах: 70 и 90, 90 и 110, 110 и 130, 130 и 150°. Во всех остальных случаях зависимости не очень значительны, и, следовательно, эквивалентность этих тестов невелика.

Необходимо также иметь в виду, что с возрастом происходит закономерное изменение силовых показателей. Так, например, скоростно-силовой показатель, полученный на основе оценки результатов вертикального прыжка по Абалакову (рис. 16) увеличивался у юных футболистов 8–12

лет в среднем на 2,7 см. в год (оценка сделана на основе уравнения регрессии вида  $y = 2,7x + 4,5$ ; при  $R^2 = 0,962$ ).

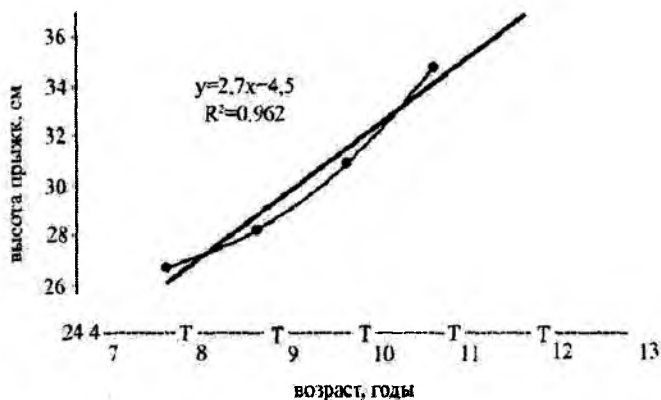


Рис. 16. Изменение высоты выпрыгивания с возрастом у юных футболистов 8–12 лет

Таблица 11

Различия комплекса силовых показателей в начале и в конце подготовительного периода футболистов 18-летнего возраста

Показатели силы	В начале периода	В конце периода	Изменения, %	$t_{ст}$
Динамометрия кистевая, пр.	$47,1 \pm 1,4$	$48,5 \pm 1,5$	3,0	0,7
Динамометрия кистевая, л.	$44,0 \pm 1,2$	$45,7 \pm 1,0$	3,8	1,1
Динамометрия станковая	$100,3 \pm 2,4$	$120 \pm 3,2$	19,7	4,9
Вертикальный прыжок, см	$49,3 \pm 1,2$	$55,5 \pm 0,9$	12,6	4,2

Примечания:  $t_{ст}$  — коэффициент достоверности различий в тесте Стьюдента ( $t_{ст} = 2,04$  при  $\alpha = 0,05$ ;  $n = 25$ ).

Для комплексного контроля силовых качеств в процессе годового цикла тренировки можно использовать батарею тестов, которая включает измерение силы рук при помощи кистевого динамометра, силы разгибателей спины (становой динамометр) и «взрывную» силу ног по результатам вертикального прыжка (табл. 11).

Корреляционный анализ позволяет получить представления о надежности и стабильности тестов, которые использовались в процессе контроля. Повторное тестирование с целью определения стабильности и надежности силовых показателей через разные промежутки времени: через месяц, через год, через два и через три года (табл. 12) показало достаточно высокую степень воспроизводимости результатов. Особенно, когда повторное тестирование (ретест) проведено через относительно короткий промежуток времени (например, через месяц).

*Таблица 12*

**Показатели стабильности силовых тестов (коэффициенты корреляции результатов повторного тестирования), определенные через разные промежутки времени у юных футболистов разного возраста**

Возраст Показатели	12 лет (1 месяц)	12-13 лет (1 год)	13-14 лет (1 год)	14-15 лет (1 год)	12-14 лет (2 года)	13-15 лет (2 года)	12-15 лет (3 года)
Динамометрия кистевая, пр.	0,92	0,75	0,85	0,82	0,63	0,88	0,58
Динамометрия кистевая, л.	0,87	0,78	0,83	0,92	0,69	0,86	0,50
Вертикальный прыжок	0,75	0,68	0,63	0,63	0,47	0,72	0,72

Полученная информация о стабильности результатов через относительно большой период времени (1 – 3 года) позволяет определить, какие тесты и в каком возрасте лучше использовать для прогноза результатов. При прогнозировании

спортивной одаренности исходят из того, что определенное сочетание двигательных и психологических способностей, а также анатомо-физиологических задатков создает потенциальную основу для достижения высоких спортивных результатов в конкретном виде спорта. Необходимо учитывать стабильность показателей, характеризующуюся тем, что дети, показывающие лучшие результаты в раннем возрасте, сохраняют это преимущество все последующие периоды жизни.

При проведении метрологического контроля двигательных качеств необходимо иметь в виду, что выраженный прирост одних качеств (например, скоростно-силовых) может сочетаться с невысоким темпом изменения выносливости и наоборот. В таблице 12 приведены индивидуальные данные изменения показателя взрывной силы и аэробной выносливости у спортсменов в течение ряда лет (от 12 до 15 лет). В ряде случаев видно, что выраженный прирост взрывной силы (вертикальный прыжок по Абалакову, на 85–90 %), сочетался с небольшим увеличением аэробного потенциала (только 20–23 % за 3 года).

Таблица 13

**Величины прироста скоростно-силовых качеств и аэробной работоспособности у спортсменов (футбол) в процессе многолетней тренировки**

№	Вертикальный прыжок					МПК					МПК/вес				
	Исходный (см)	Возраст (годы)	Лучший (см)	Возраст (годы)	Прирост, %	Исходный (мл/мин)	Возраст (годы)	Лучший (мл/мин)	Возраст (годы)	Прирост, %	Исходный (мл/мин/кг)	Возраст (годы)	Лучший	Возраст (годы)	Прирост, %
1	34	13	63	18	85	2920	13	4450	18	52	45,0	13	53,8	18	20
2	38	13	58	18	53	2900	13	3770	18	30	46,4	13	52,1	18	12
3	37	13	67	18	81	2460	13	3790	18	54	44,7	13	50,3	18	13

*Продолжение*

4	30	13	57	16	90	2390	13	3100	16	30	43,9	13	54,0	14	23
5	36	14	64	19	78	2710	14	3980	19	47	44,8	14	54,4	18	21
6	38	14	58	18	53	3380	14	4350	19	29	53,6	14	55,8	19	4
7	60	15	71	18	18	3200	15	3980	18	24	50,6	15	55,3	18	9
8	34	15	57	20	68	2910	15	3950	20	36	47,9	15	54,8	20	14
9	41	15	62	18	51	3000	15	4800	18	60	46,2	15	62,3	18	35
10	49	15	61	18	24	2610	15	3090	19	18	42,1	15	47,4	19	13
11	47	15	64	19	36	3320	15	3980	19	20	46,6	15	50,7	19	9
12	49	15	67	20	37	2600	15	4020	20	55	49,2	15	58,1	20	18
13	45	15	56	20	24	2920	15	3940	20	35	48,3	15	54,5	20	13
14	48	16	57	20	19	3110	16	4230	21	36	48,4	16	60,4	21	25
15	45	16	60	21	33	3430	16	3830	19	12	45,3	16	48,0	19	6
16	38	17	54	21	42	2790	17	3630	21	30	46,9	17	53,3	18	14
17	56	18	57	20	2	3030	18	4130	20	36	43,2	18	57,8	20	34
$\bar{X}$	42,6	14,8	60,8	18,9	46,7	2922,4	14,8	3942,4	19,0	35,5	46,7	14,8	54,3	18,6	16,6
$\sigma$	8,2	1,4	4,7	1,3	26,3	307,9	1,4	424,8	1-3	13,9	2,9	1,4	4,0	1,5	8,8
m	2,0	0,3	1,1	0,3	6,4	74,7	0,3	103,0	0,3	3,4	0,7	0,3	1,0	0,4	2,1

В таблице 13 также указаны исходные результаты, показанные футболистами на первом этапе наблюдения. Далее приведен лучший результат, зарегистрированный за весь период наблюдения, и также возраст, в котором он был показан. В следующем столбце приведена величина прироста данного показателя в процентах. Разница между исходным и лучшим показателем свидетельствует, во-первых, о том, что на сколько спортсменов смог увеличить свой результат в данном упражнении под влиянием тренировки, а во-вторых, насколько тренируемо исследуемое качество.

## 6.7. Контроль уровня развития гибкости

Согласно определению, гибкость - это способность выполнять движения с максимальной амплитудой в суставах

При анализе спортивной подготовленности выделяют два вида проявления подвижности в суставах: активную и пассивную гибкость.

Активная гибкость является показателем максимальной амплитуды движения в суставе при выполнении какого-либо движения за счет активного напряжения мышц, управляющих данным биозвеном. В свою очередь пассивная гибкость определяется наибольшей амплитудой движения биозвена или всей биоцепи тела, которая достигается за счет внешней силы (рис. 17).



*Рис. 17.* Амплитуда активных движений (за счет активного сокращения мышц, создающих рабочий момент относительно сустава) и пассивных (при помощи внешней силы)

Величина силы должна быть стабильна для всех последующих измерений. Только в этом случае можно получить объективную оценку пассивной гибкости. Как правило, величина амплитуды движения в суставе при помощи внешней силы (пассивная гибкость) больше, чем это удастся сделать за счет активного сокращения мышц, обслуживающих данный сустав. В этом случает разница в величинах активной и

пассивной гибкости называется дефицитом активной гибкости. Таким образом, эта величина может быть рассмотрена как критерий состояния суставного и мышечного аппарата спортсмена на определенных этапах подготовки.

При исследовании этого двигательного качества (гибкости) необходимо учитывать, что ее величина варьирует в зависимости от: 1) времени тестирования (установлено, что в 10 часов утра гибкость меньше, чем в 16 часов), 2) температуры воздуха, где проводится процедура измерения (например, при 25°C гибкость больше, чем при 14°C), 3) стандартизованности разминки (ее длительность влияет на увеличение гибкости).

Гибкость может быть измерена:

- 1) в угловых градусах;
- 2) в линейных мерах (см).

Измерить амплитуду движения в суставе можно следующими способами:

- механическим (гонометрическим);
- механоэлектрическим (электрогониометрическим);
- оптическим,
- рентгенографическим.

В первом случае измерение производится с помощью *механического гониометра - угломера*, к одной из ножек которого прикреплен транспортир. Ножки гониометра крепятся на продольных осях сегментов, образующих сустав. При выполнении движения (разгибание, вращение и т. д.) изменяется угол между осями сегментов. Изменение данного угла регистрируется гониометром.

Во втором случае транспортир заменяют потенциометрическим датчиком и получается электрогониометр. С его помощью получают гониограмму, Этот метод более точен. Третий способ - оптический. Эти методы измерения гибкости основаны на применении цифровой фото-, и видеорегистрации. На суставных точках спортсмена укрепляют датчики - маркеры, изменение взаиморасположения которых фиксируется регистрирующей аппаратурой.

Точность оптических методов зависит от:

- 1) погрешностей регистрирующей аппаратуры;
  - 2) способов крепления маркеров на суставных точках и величин их смещения при выполнении движения;
  - 3) погрешностей анализа фото- и видеоматериалов,
- Наиболее точный из оптических методов - стереоциклография в комплексе с компьютером. Эта комбинация позволяет регистрировать амплитуду движения в трехмерном пространстве.

Четвертый способ - *рентгенографический* метод, позволяющий определить теоретически допустимую амплитуду движения, рассчитав ее на основании рентгенологического анализа строения сустава.

*Коэффициент надежности тестов* гибкости больше 0,85. Информативность тестов на гибкость зависит от того, насколько амплитуда тестирующего движения совпадает с амплитудой соревновательного упражнения. Наибольшая информативность показателей гибкости маховых движений ногами отмечается у футболистов, барьеристов, прыгунов в высоту и длину. Вместе с тем необходимо заметить, что эквивалентность тестов на гибкость невысокая.

## 6. 8. Контроль уровня развития выносливости

При выполнении достаточно долго какого-либо движения (например, многокилометровая велосипедная гонка на заданную дистанцию) имеют дело с тремя основными переменными, которые лежат в основе измерения выносливости:

1. *Интенсивность выполняемого двигательного действия.* Она может быть определена метрологически точно путем измерения скорости перемещения (измеряется м/с); мощностью выполнения двигательного действия (например, при выполнении контрольного задания на велоэргометре, здесь единицы измерения мощности будут ватты), а также силой действия или ее импульсом (как это бывает при статическом удержании какого-либо груза, единицы измерения - ньютоны или ньютоны/метр).



2. Объем выполнения двигательного действия. Он включает пройденное расстояние, выполненную работу (например, работу на велоэргометре; единица измерения - джоули); импульс силы (при выполнении статической работы; единица измерения - ньютон-секунда).

3. Время выполнения (единицы измерения - секунды, минуты, часы).

Этот комплекс характеристик называется *эргометрическими характеристиками*. Один из них всегда задается как параметр двигательного задания; два других - измеряются. Например, в известном тесте Купера задается время бега - 12 минут, а измеряется пройденное расстояние. Оно и служит для метрологического контроля выносливости. В целом *выносливость* определяют, как способность длительно выполнять целенаправленные двигательные действия без снижения их эффективности.

Это определение применимо к оценке выносливости в подавляющем большинстве видов спорта. Исключение составляют соревновательные упражнения в так называемых циклических видах спорта. Для этих упражнений выносливостью будет способность выполнять задание с наибольшей скоростью в наименьшее время.

Упражнения в практике спорта разнохарактерны и их много. Поэтому говорят о различных видах выносливости: общей и специальной, анаэробной и аэробной, силовой, локальной и глобальной, статической и динамической.

Выносливость измеряется с помощью двух групп тестов: неспецифических и специфических.

По результатам неспецифических тестов оценивают возможности спортсменов эффективно тренироваться и

соревноваться в условиях нарастающего утомления. Результаты специфических тестов указывают на степень реализации этих возможностей.

К неспецифическим тестам определения выносливости относят:

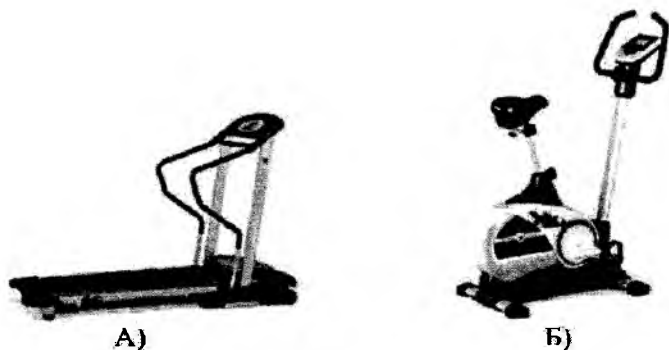
1) бег на тредбане (рис. 18),



*Рис. 18. Тредбан*

- 2) педалирование на велоэргометре (рис. 19),
- 3) степ-тест.

Схема выполнения неспецифических тестов стандартизирована. Спортсмен выполняет задание в виде ступенчато возрастающей нагрузки до полного утомления,



*Рис. 19. Беговая нагрузочная дорожка для тестирования выносливости (А) и велоэргометр (Б); внешний вид устройств*

*Специфическими* считают тесты, структура выполнения которых близка к соревновательной (так, для велосипедистов тестирование на велоэргометре рассматривается как измерение выносливости в специфических заданиях).

Информативность специфических тестов выше, чем неспецифических. Так, например, коэффициент информативности теста  $PWC_{170}$  для бегунов на средние дистанции (результат отнесенный к массе тела) равен 0,78.

Наиболее распространенными показателями выносливости являются три эргометрических критерия: время, объем и интенсивность выполнения двигательных заданий.

В процессе контроля этих показателей выносливости один из трех критериев задается в виде параметра (например, спортсмен должен бежать в течение 12 мин), второй непосредственно измеряется (регистрируется расстояние, которое пробежал спортсмен за эти 12 мин, например, 3500 м), третий рассчитывается (для данного случая рассчитывается скорость бега, которая составляет 4,86 м/с).

При измерении выносливости с помощью любого из этих трех показателей и с соблюдением метрологических правил, оценка ее уровня должна быть одинаковой: спортсмену предлагается бежать 12 мин, за это время он пробегает 3500 м. или предлагают пробежать 3500 м, и он должен затратить 12 мин (при учете погрешностей). Это так называемое правило обратимости двигательных заданий.

*Выносливость* характеризуется с помощью «предельных показателей» (например, пробежать наибольшее расстояние в заданное время, предельно долго поддерживая заданную скорость и т. д.).

Величина этих показателей зависит от соотношения как минимум 2-х компонентов теста: длительности и интенсивности. В циклических видах спорта специфическим критерием выносливости будет являться снижение скорости в конце дистанции. *Уровень выносливости* у каждого спортсмена в циклическом виде спорта по отношению к его скоростным возможностям неодинаков.

Различия можно определять количественно по так называемому запасу скорости или коэффициенту выносливости.

Запас скорости (ЗС) определяется как разность между средним временем пробега эталонного отрезка и лучшим временем на этом отрезке.

Коэффициент выносливости (КВ) - это отношение времени преодоления всей дистанции к времени преодоления эталонного отрезка: чем он меньше, тем выше уровень выносливости. Например, время на дистанции 400 м – 48,0 с (Т), а лучшее время на коротком («эталонном») отрезке 100 м – 11,0 с (Тэт), тогда:

$$КВ = 48,0 : 11,0 = 4,3636.$$

*Выносливость* измеряется с помощью гетерогенных тестов, результаты в которых зависят не только от уровня развития данного качества, но и от психологического умения противостоять утомлению.

При *контроле выносливости*, кроме спортивных, широкое распространение получили физиологические (например, тест PWC170 и определение максимального потребления кислорода -  $V_{O2max}$ , табл. 14) и биохимические тесты (например, ПАНО), а также биомеханические критерии (например, такие

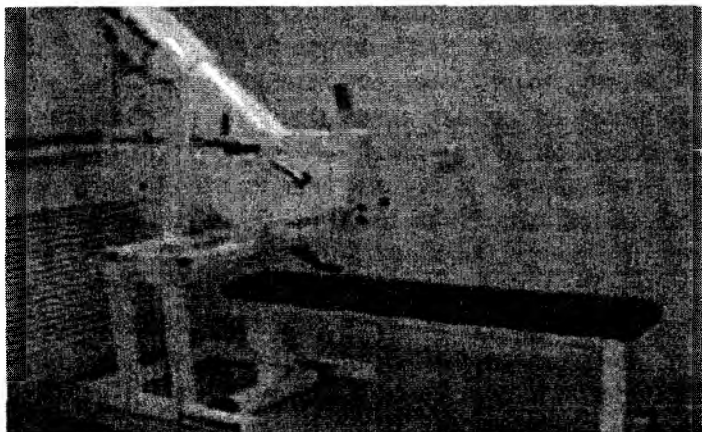


Рис.20. Техника для определения состояния спортсменов

как точность выполнения бросков в баскетболе, время опорных фаз в беге, колебания общего центра масс в движении и т. п.), в которых сравниваются их значения в начале, середине и в конце упражнений.

Таблица 14

**Показатели аэробной работоспособности лиц с разным уровнем физической подготовленности ( $M \pm m$ )**

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3
МПК, мл/мин	3,96±0,16	3,95±0,12	4,65±0,12*
МПК/вес, мл/мин/кг	48.0±0.9	54,2±0.4*	64,6±1,9*
Масса тела, кг	82,5±2,7	72,8±1,9	72,7±2,8
P WC170/кг массы, к гм /м и н	21,8±1.5	24,4±1,2*	29,4±1,5*

Обозначения: \* -  $\alpha < 0,05$ , по сравнению с данными группы 1 (избранная в качестве контроля). Группа 1 - умеренно тренированные лица (футбол); группа 2 - тренированные спортсмены (1 разряд, кмс - легкая атлетика спортивные многоборья), группа 3 - элитные спортсмены (мастера спорта и мастера спорта международного класса, легкая атлетика, триатлон).

По величине полученных различий судят об уровне выносливости: чем меньше изменяются биомеханические показатели в конце упражнения, тем выше уровень выносливости.

Как видно из данных, приведенных в таблице, спортсмены, показывающие наиболее высокие результаты (группа 3), имели наибольшие величины физиологических характеристик аэробной выносливости. При занятиях с детьми видами спорта, где не предъявляются высокие требования к аэробной работоспособности, например, прыжки и спринтерский бег в легкой атлетике, оценку функционального состояния можно проводить на основании теста Руфье.

С помощью монитора сердечного ритма типа Polar регистрируется частота сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя до функциональной нагрузки, затем выполняет-

ся нагрузка (20 приседаний за 30 секунд), во время которой регистрируется пиковое значение ЧСС по монитору и далее третья величина ЧСС на третьей минуте восстановления после нагрузки. При оценке пробы суммируют все три величины ЧСС ( $P_1$ ), затем вычитают 200 и делят на 10 [1,7,9].

$$\text{Индекс Руфье} = ((P_1 + P_2 + P_3) - 200)/10$$

Результаты теста оцениваются по шкале: меньше 1 - отлично; от 1 до 5 - хорошо; от 6 до 10 - удовлетворительно; от 11 до 15 - слабо; более 15 - неудовлетворительно

Для проверки степени надежности этого теста он был выполнен в формате «тест-ретест» (повторное тестирование через неделю) на юных легкоатлетах-спринтерах 9-летнего возраста (табл. 15)

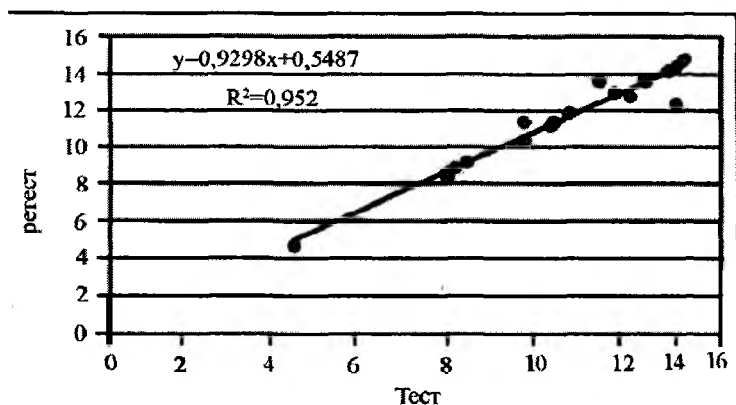
Таблица 15

**Результаты теста и ретеста юных легкоатлетов-спринтеров (индекс Руфье)**

№ участника тестирования	Тест	Ретест
1	12,0	11,9
2	14,6	14,2
3	14,8	14,4
4	14,8	12,4
5	10,8	10,4
6	14,0	13,6
7	13,6	12,8
8	14,0	13,8
9	10,8	11,4
10	8,8	8,4
11	9,0	8,9
12	14,8	14,4

13	12,8	13,6
14	4,8	4,7
15	11,6	11,4
16	9,3	9,2
17	11,5	11,2
18	8,8	8,7
19	15,0	14,8
20	13,2	13,0

Последующий **корреляционный анализ** показал высокую степень взаимосвязи результатов теста и ретеста. Коэффициент корреляции был равен 0,976 (рис. 21).



**Рис. 21. Взаимосвязь результатов теста и ретеста (функциональная проба Руфье)**

## **6.9. Содержание и особенности соревновательной деятельности**

Соревновательная деятельность предусматривает демонстрацию и оценку возможностей спортсменов в различных видах спорта в соответствии с присущими им правилами,

содержанием двигательных действий, способами соревновательной борьбы и оценки результатов. Четкие и полные знания о содержании и результатах соревновательной деятельности в каждом отдельном виде спорта необходимы прежде всего для:

- определения общей стратегии подготовки - выбора средств, методов тренировки, параметров тренировочных нагрузок, использования внутренировочных факторов;

- объективизации спортивного результата в конкретном соревновании - возможности быстрого и точного выявления причин успеха или неудачи;

- внесения своевременных коррекций в планы подготовки;

- повышения эффективности тактической подготовки, в частности, выбора тактического варианта выступления в конкретном соревновании, адекватного цели выступления и возможностям предполагаемых соперников;

- моделирования в тренировке условий протекания реальных состязаний.

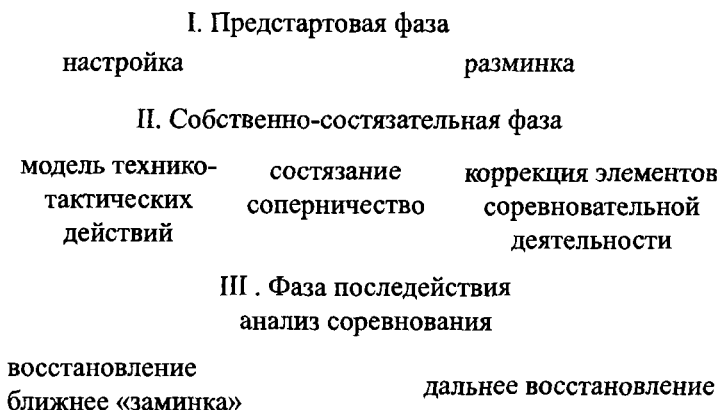
Соревновательная деятельность оказывает большое воздействие на организм спортсмена.

Это связано и с ее экстремальными двигательными режимами (максимальная скорость движений и действий; проявление максимальной силы, выносливости; координационная сложность действий с элементами риска и др.), и с нервно-эмоциональными напряжениями, стрессовыми воздействиями, связанными с социальным статусом соревнований, их престижностью и др.

Поэтому в последние годы изучению закономерностей соревновательной деятельности стало уделяться значительно большее внимание.

Соревновательная деятельность спортсмена имеет фазовый характер. Фазовая структура соревновательной деятельности спортсмена приведена на рис. 22.





**Рис. 22. Фазовая структура соревновательной деятельности спортсмена**

Первая фаза - предстартовая - состоит из психологической настройки и предсоревновательной разминки, которая часто значительно различается с тренировочной.

Вторая фаза - собственно состязание - включает в себя построенную модель технико-тактических действий, сам процесс спортивного соперничества и коррекцию отдельных элементов соревновательной деятельности в процессе состязания.

Третья фаза - последствие - включает в себя фазу ближнего восстановления (заключительная физическая нагрузка низкой интенсивности, часто называется «заминкой»), анализ проведенного соревнования и дальнего восстановления с возможным выходом в фазу суперкомпенсации (состояния более высокого, чем до старта).

Спортсмен в процессе соревновательной деятельности должен иметь конкретную систему целей, ресурсы для их реализации, информацию для принятия решения.

В соревнованиях спортсмену приходится иметь дело с большим количеством информации технико-тактического, психологического и другого характера. Эта информация

должна соотноситься с задачами, стоящими перед спортсменами в каждой ситуации поединка и в соревнованиях в целом.

Для решения конкретной задачи полезная информация о создавшейся ситуации соотносится с тактическим планом, выработанным спортсменом в тренировочном процессе, и соревновательным опытом.

Активное выделение и переработка необходимой информации составляет одну из важных задач тактики соревновательной деятельности.

Спортсмен в соревновании принимает решение, строящееся на размышлении - анализе собственного психического и физического состояния для выбора предполагаемого ответного действия соперника (или партнера). Разведав особенности действий противника, спортсмен на основании своего представления о его предполагаемых реакциях составляет собственный план.

При этом во всех своих тактических рассуждениях спортсмен воспроизводит рассуждения противника (партнера по команде).

Деятельность спортсмена в поединке определяется его представлением, мысленным воспроизведением моделирования основных положений предполагаемого поведения противника и своего. В спортивных играх и единоборствах моделирование соревновательной деятельности в конкретных соревнованиях и стартах приобретает решающее значение.

Способность к размышлению и анализу в спортивных играх связана с тем, что игрок в отличие от спортсменов других специализаций должен воссоздавать в своем сознании не только тактический план своих действий, но и адекватно отображать действия партнеров по команде, т.е. представлять их возможности: состояние подготовленности, индивидуальные особенности, техническое мастерство и тактическое мышление.



**Рис.23. Сематическая модель использования информации для обеспечения эффективных действий**

В видах спорта с отсутствием непосредственного контакта между спортсменами в процессе соревнования и очередностью старта принятие решения определяется последовательностью выступления спортсменов в соревнованиях до и после основных конкурентов. Так, например, заявка исходного веса в тяжелой атлетике и высоты в легкоатлетических прыжках определяется спортсменом, исходя из указанного условия, а также включение в комбинацию наиболее сложных элементов в гимнастике и прыжках в воду, фигурном катании на коньках.

Принятие решений в ходе соревновательной деятельности

в видах спорта, характерных одновременностью начала, возможно непосредственно в процессе борьбы с соперниками.

При одновременном старте партнеров по команде возможна взаимопомощь и групповые варианты состязательной борьбы (забеги в легкой атлетике на средние и длинные дистанции, шоссейные гонки в велосипедном спорте и др.).

*Результативность соревновательной деятельности* при условии хорошей подготовленности спортсмена зависит от надежности восприятия и быстроты переработки информации, характера ее отражения, времени выработки и целесообразности принятого решения, своевременности его воплощения, за счет целенаправленных специализированных действий.

### **6.10. Эффекты тренировочных и соревновательных нагрузок**

Воздействие разновидностей средств тренировки (в том числе учитывая соотношение между ними и их дозирование) на психомоторную сферу фехтовальщиков характеризуется срочностью и избирательностью эффектов, особенно оценивая показатели двигательных реакций спортсменов с большим стажем занятий.

В частности, средства общей разминки в небольшом объеме (до 5 мин) не оказывают влияния на время двигательных реакций. Однако проведение общей разминки с использованием спортивных игр в объемах более 15 мин ухудшают все виды двигательных реакций и нередко отрицательно влияет на решение задач дальнейшей тренировки.

В свою очередь, индивидуальный урок, в целях разминки (прежде всего специализированная комплексная разминка, состоящая из комбинаций приемов передвижений и боя в объеме 5–10 мин), повышают быстроту реагирования.

Показатели двигательных реагирования и уровень тренированности находятся в определенной взаимосвязи. Наиболее значительные сдвиги психомоторных данных

характерны для начала годового цикла, причем носят они избирательный характер и соответствуют направленности тренировочных воздействий. Например, разминка передвижениями существенно улучшает время и стабильность простой реакции, сохраняет почти на том же уровне показатели дизъюнктивной реакции и резко ухудшает время и стабильность антиципаций в реакциях на движущийся объект.

Избирательность влияния отдельных видов упражнений, а также объемов их использования на время и стабильность двигательных реакций характерна и для индивидуального урока.

При сопоставлении данных исследований квалифицированных спортсменов до и после индивидуальных уроков на различных этапах годового цикла становится очевидным, что отдельные показатели после урока могут быть даже хуже, чем до него, как следствие определенного содержания урока.

Например, целенаправленное преимущественное совершенствование нападений с выбором сектора нанесения удара (укола) в основной части урока приводит к концу занятия к ухудшению времени простой реакции, но улучшает время дизъюнктивной реакции.

Наибольшее воздействие на время двигательных реакций фехтовальщиков оказывают тренировочные и соревновательные бои. Однако тренировочный эффект от боев прямо связан с дозированием нагрузок и подготовленностью к ним психической сферы спортсмена.

Позитивное влияние боев на время двигательных реакций имеет место и в официальных турнирах, характерных большими психическими напряжениями. В частности, регистрация времени двигательных реакций спортсменов до начала личного первенства и после успешно проведенных боев первого тура показывает значительное улучшение антиципаций в реакции на движущийся объект.

Вместе с тем необходимо иметь в виду, что субъективное ощущение усталости у спортсменов обычно к концу

недельного микроцикла (особенно в основном периоде тренировки) и снижение результатов соревновательных боев сопровождаются большим разбросом в показателях времени скрытого периода простой и сложной специфических реакций.

Уровень проявлений разновидностей двигательных реакций в определенной мере характеризует индивидуальные склонности спортсменов к освоению действий с определенными тактическими характеристиками, потенциал в одной из сфер технико-тактического совершенствования, а также сигнализирует о недостатках, требующих ликвидации.

Однако анализ динамики показателей двигательных реакций в годичном цикле информативен в целях оценки тренированности квалифицированных фехтовальщиков лишь при их сопоставлении с данными по этапам и периодам предыдущего сезона, которые рассматриваются с учетом спортивных результатов, мастерства и соревновательного опыта, использованных средств и методов тренировки.

Показатели времени и стабильности двигательных реакций у фехтовальщиков мирового класса в течение многолетней деятельности имеют тенденцию к улучшению лишь до определенных индивидуальных пределов. В дальнейшем, несмотря на сохранение спортивных достижений наблюдается разнонаправленная их динамика, особенно реакций с переключением и антиципаций. Данный факт объясним трудностями оптимизации при подборе средств подготовки и их дозировании.

Для оценки тренировочных и соревновательных воздействий, помимо учета динамики функциональных показателей, необходим анализ информации о степени сохранения индивидуальных характеристик ведения поединков (в типовых ситуациях, отдельных боях, соревнованиях), отличающихся повышенной напряженностью.

Наблюдения показывают, что ухудшение спортивных результатов связано обычно с резкими изменениями определенных показателей и, в частности:

объемов применения атак или средств противодействия атакам (как в сторону увеличения, так и уменьшения);

привычного соотношения между объемами действий подготовки и средств нападения и защиты;

снижением устойчивости к рефлекторным помехам от движений оружия и передвижений активно действующего противника;

снижением уровня адекватности выбираемых действий ситуациям поединка.

Показателями тренировочных воздействий служат энергетические затраты спортсменов в годичном цикле подготовки. Исследованиями установлено, что общая и специальная разминка квалифицированных фехтовальщиков в начале подготовительного периода характеризуется самым большим кислородным запросом в минуту.

Меньший запрос предъявляют упражнения на мишени, самый низкий отмечен в упражнениях с партнером и в индивидуальном уроке.

По мере приобретения тренированности кислородный запрос в сумме всего тренировочного занятия снижается. Проведение общей и специальной разминки, упражнений на мишени требует уже меньших затрат. Почти не изменяется энергетическая стоимость упражнений с партнером и значительно повышается при выполнении индивидуального урока и тренировочных боев.

При этом под влиянием систематических тренировок, особенно при использовании индивидуального урока и тренировочных боев, общий кислородный долг увеличивается.

Снижение энергетических затрат при выполнении общей и специальной разминки, парных упражнений и упражнений на мишени происходит благодаря «экономизации» в функциях организма под влиянием длительной тренировки.

И наоборот, индивидуальные уроки и тренировочные бои, требующие от фехтовальщиков проявлений максимально достигнутого уровня техники, двигательной активности

в единицу времени и психической напряженности для достижения оптимальных дистанционных и моментных характеристик действий, протекают в условиях «мобилизации» функций с более высокими энерготратами. Следовательно, по мере повышения тренированности фехтовальщиков энергетическая стоимость наиболее специализированных упражнений (индивидуальный урок и тренировочный бой) возрастает за счет анаэробных процессов, а тренировочный процесс позитивно влияет только на бескислородные ресурсы организма.

Вместе с тем общие энерготраты в тренировке фехтовальщиков достаточно велики и находятся на уровне, зарегистрированном в других ациклических видах спорта, достигая 9000 кал на кг веса.

Такие энергетические затраты предусматривают подключение и аэробных процессов, для совершенствования которых необходимы целенаправленные усилия на повышение функциональных возможностей систем кислородного обеспечения организма за счет оптимизации в подборе средств и распределении тренировочных нагрузок.

Интенсивность тренировок и соревнований у фехтовальщиков находится в прямой зависимости как от двигательной активности, так и от уровня психической напряженности.

Напряженность психической сферы является следствием: целей соревнования; турнирного положения участников; состояния тренированности; разновидностей используемых средств тренировки по их воздействию на анализаторные системы и эмоциональные центры.

Ведь между временем боя, количеством полученных и нанесенных уколов (ударов), длительностью отдыха между схватками (боями) и величинами пульса нет прямой зависимости.

Так, учитывая только различия в значимости результата предстоящих боев, в показателях ЧСС перед их началом



зарегистрированы колебания в пределах 95–150 уд/мин. Имеют место также оптимальные зоны интенсивности соревновательной деятельности (по данным ЧСС и двигательных реакций), характерные сравнительно более высокой результативностью действий.

Тренировки квалифицированных фехтовальщиков отличаются значительными нагрузками, что подтверждается их пульсовыми суммами, составляющими от 12 до 18 тысяч сокращений сердца, и превышают функциональные сдвиги у представителей некоторых других видов спорта, прежде всего из-за высокого уровня психической напряженности специализированной деятельности.

При нарастающем утомлении в условиях соревнований установлены негативные явления в показателях применения всех разновидностей нападения, особенно простых атак, объемы применения и результативность которых существенно снижаются.

Меняется также сочетание тактических составляющих взаимодействия с противником, происходят взаимозамены между отдельными компонентами соревновательной деятельности.

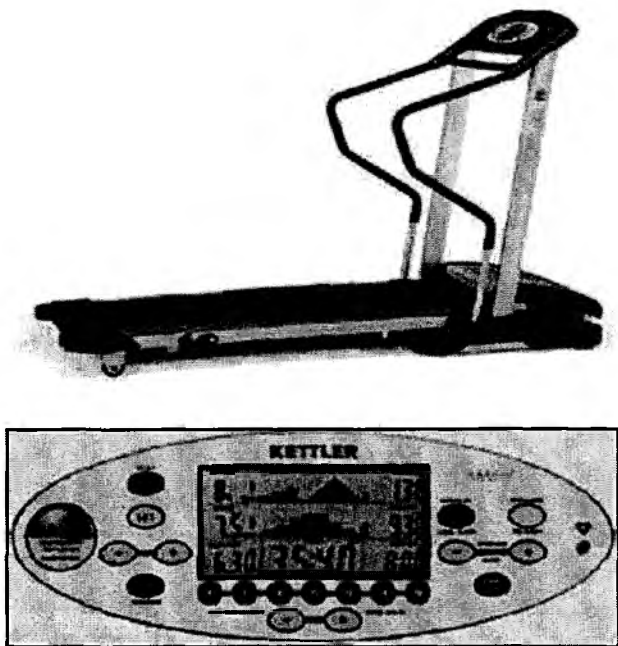
Схватки с наступательными характеристиками уступают схваткам, выполненным с оборонительными установками, при увеличении скоротечно и позиционно подготовленных действий по отношению к выжидательным и маневренным показателям.

После 15 проведенных поединков в соревнованиях в завершающей их части установлены значительные изменения психофизиологических функций

- увеличение амплитуды и площади колебаний тремора при уменьшении частоты, ухудшение показателей простой и антиципирующей реакций, устойчивости, интенсивности и общей продуктивности внимания.

Выявленные особенности соревновательной деятельности квалифицированных фехтовальщиков отражают достигнутый

уровень эффективности используемых средств и методов специальной тренировки и управления деятельностью в соревнованиях.



*Рис.24.* Электрическая беговая дорожка для нагрузочного тестирования и тренировки, оборудованная компьютером

### **6.11. Контроль за соревновательной деятельностью спортсмена**

Соревновательная деятельность спортсмена представляет собой организованное по определенным правилам соперничество с целью выявления и объективного сравнения спортивного мастерства.

Об эффективности соревновательной деятельности можно судить по результату, показанному на основании расчетов или контрольных прикидок.

Однако соревновательный результат не содержит информации о ходе состязаний и, следовательно, не позволяет выявить сильные и слабые стороны в подготовленности спортсмена и наметить пути устранения недостатков. Этим целям служат другие показатели, получаемые путем объективной регистрации соревновательной деятельности и анализа ее состава (из каких элементов состоит) и структуры (как эти элементы связаны друг с другом).

Эта регистрация осуществляется в процессе обследования соревновательной деятельности.

Основными направлениями такого обследования являются:

- 1) определение общего числа и результативности технико-тактических действий;
- 2) определение эффективности и устойчивости спортивной техники;
- 3) контроль за спортивной тактикой;
- 4) измерение физиологических и биохимических реакций организма в условиях соревнований и непосредственно после их завершения;
- 5) контроль за психическими состояниями спортсмена.

Чтобы получить количественные оценки соревновательной деятельности необходимо объективно зарегистрировать ее события. С этой целью ход состязания:

записывают на видеомаягнитофон (или снимают видеокамерой или на киноплёнку);  
«наговарывают» на магнитофон;  
стенографируют.

В спортивных играх и единоборствах стенографирование ведется двумя группами символов, которые несут информацию о том, какие действия и насколько успешно выполняет спортсмен.

Методы стенографирования соревновательной деятельности высокоинформативны, но надежность их невелика.

Технико-эстетических видах спорта стенографическая запись может выполняться двумя способами:

1) используя сокращенные обозначения гимнастической терминологии;

2) специальными значками, напоминающими ноты в музыке.

Контроль соревновательной деятельности в видах спорта циклического характера обычно основывается на регистрации:

1) действий спортсмена перед стартом и на старте;

2) времени прохождения отдельных участков дистанции или всей трассы (хронометрирование);

3) длины и частоты шагов (в беге, в плавании и гребле).

При первичной обработке результатов регистрации соревновательной деятельности оцениваются *активность* и *результативность технико - тактических действий* спортсмена.

Активность определяется общим числом выполненных технико - тактических действий.

Для суждения о результативности необходимо отдельно фиксировать число успешно и неудачно выполненных действий. Затем вычисляют процент успешности (процент успеха действий) и процент брака.

*Процентом успешности* называется отношение числа успешно выполненных действий к общему числу, процентом брака - отношение числа неудачных действий к общему числу. Очевидно, что сумма процента успешности и процента брака равна 100 %.

## РАЗДЕЛ VII. ПОКАЗАТЕЛИ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ

### 7.1. Классификация свойств показателей спортивной подготовленности

В зависимости от специфических требований, предъявляемых к спортивному достижению в отдельных спортивных дисциплинах, свойства и показатели спортивной подготовленности подразделяются на группы. Количественная характеристика свойств спортсмена, входящих в состав его подготовленности, рассматриваемая применительно к определенным условиям тренировки и соревновательной деятельности, называется *показателем спортивной подготовленности*.

Показатель спортивной подготовленности численно характеризует степень проявления определенного свойства, входящего в состав подготовленности спортсмена. Его наименование определяет характеризующее свойство. Например, быстрота сенсомоторной реакции, выносливость, гибкость и т. д.

Численные значения могут выражаться как в размерных единицах (например, Н, Вт и т. д.), так и в безразмерных (например, шкала трудности гимнастических элементов и т. д.), Показатели спортивной подготовленности можно представить одним из следующих классов (табл. 16):

Таблица 16

#### Классификация свойств и показатели спортивной подготовленности

Группа показателей	Основные требования	Группа свойств и их качественно-ценностные характеристики
--------------------	---------------------	---

Функциональные показатели	Требования совершенства выполнения основной спортивной функции	Функциональные свойства (универсальность и широта спортивных возможностей)
Показатели надежности	Требования безотказного функционирования и избыточного резервирования спортивных возможностей	Надежность в тренировке и состязаниях (безошибочность и помехоустойчивость)
Показатели эстетичности	Эстетические требования	Эстетические свойства (динамичность исполнения и художественное оформление композиции)

1) Показатели, которые можно измерить объективными средствами (например, величина взрывной силы, время простой двигательной реакции, уровень физической работоспособности и т. д.);

2) Показатели, которые невозможно определить объективными средствами (например, качество выполнения гимнастического упражнения, эффективность командных действий, выразительность движений в художественной гимнастике, эмоционально-моторная устойчивость и т. д.). В последнем случае численные значения показателей спортивной подготовленности определяются квалифицированными специалистами (экспертами) и выражаются в условных единицах - баллах.

## 7.2. Показатели спортивной подготовленности

Показатели *спортивной подготовленности* являются основой для оценки уровня спортивно-технического мастерства спортсмена. При этом уровень спортивно-технического мастерства - относительная характеристика свойств специальной подготовленности спортсмена, основанная на сравнении значений показателей свойств оцениваемого спортсмена с соответствующими показателями спортсмена, принятого в качестве модельного образца-аналога.

Количество показателей спортивной подготовленности, подлежащих включению в планы подготовки спортсменов и типовые программы их комплексных обследований, может быть различным в зависимости от целей и уровня спортивного совершенствования.

Под *параметром спортивной подготовленности* понимается количественная характеристика любых свойств или состояний спортсмена. Параметр спортивной подготовленности - более общее понятие, чем показатель спортивной подготовленности, как по области распространения, так и по содержанию. Признак спортивной подготовленности - это качественная и (или) количественная характеристика любых свойств или состояний спортсмена. Признак спортивной подготовленности является общим понятием, включающим показатели и параметры спортивной подготовленности. Многообразие задач и целей оценки уровня специальной подготовленности спортсмена требует классификации показателей спортивной подготовленности по различным признакам.

Показатель спортивной подготовленности, относящийся только к одному из ее свойств, называется *единичным показателем спортивной подготовленности*; относящийся к нескольким ее свойствам - *комплексным показателем*. Показатель спортивной подготовленности, относящийся к такому ее свойству или такой совокупности ее свойств, по которым принимают решение оценивать специальную подготовленность спортсмена, называется *определяющим показателем*.

Определяющий показатель может быть единичным и комплексным.

Комплексный определяющий показатель спортивной подготовленности называют *обобщенным*.

### **7.3. Группы показателей спортивной подготовленности**

**1. По характеризующим свойствам и действующим факторам.** Функциональные показатели. Показатели надеж-

ности (безошибочности и помехоустойчивости). Эстетические показатели. Педагогические показатели. Медицинские показатели. Антропометрические показатели. Физиологические показатели. Биомеханические показатели. Психологические показатели. Социальные показатели,

**2. По способу выражения.** Показатели, выраженные в физических единицах, в безразмерных величинах (очки, баллы, ранги, проценты).

**3. По количеству характеризующих свойств.** Единичные показатели. Комплексные показатели (групповые, обобщенные, определяющие).

**4. По применению для оценки.** Модельные значения показателей. Относительные значения показателей.

**5. По стадии определения значений показателей.** Прогнозируемые и планируемые показатели. Показатели тренированности (оперативные, текущие, этапные). Соревновательные показатели,

**6. По единообразию и точности характеризующих свойств и действующих факторов.** Показатели стандартизации и унификации. Метрологические показатели.

Групповым называют комплексный показатель спортивной подготовленности, относящийся к одной (однородной) группе ее свойств.

Обоснованный выбор показателей для оценки уровня спортивной подготовленности имеет первостепенное значение при включении их в типовую программу комплексных обследований спортсменов.

Для осуществления такого выбора нужно располагать номенклатурой групп показателей спортивной подготовленности, удовлетворяющей требованиям необходимости и достаточности.

Иными словами, эта номенклатура должна содержать только такие показатели, которые найдут практическое применение (то есть окажутся необходимыми). Кроме того, она должна содержать все группы показателей, определяющих международный (олимпийский) уровень спортивных достижений.



## 7.4. Психолого-педагогические спортивные показатели

Они охватывают широкую совокупность показателей различных функций педагогического процесса в спортивной тренировке (обучение, воспитание). Эти показатели должны находиться в центре поля зрения спортивного педагога.

Они используются при определении соответствия уровня совершенствования двигательных качеств спортсмена условиям и требованиям их проявления в тренировке и в спортивных соревнованиях. В таблице 17 приводится перечень групповых и единичных показателей физической подготовленности.

Таблица 17

### Показатели физической подготовленности спортсменов, используемые в контроле эффективности тренировочной работы

Групповые показатели	Единичные показатели
Показатели силовых качеств	Собственно силовые показатели (максимальная статическая и динамическая сила в различных режимах мышечного напряжения, средняя сила, относительная сила). Интегральные показатели (импульс силы). Дифференциальные показатели (градиент силы, скоростно - силовой индекс).
Показатели быстроты движений	Показатели элементарных форм быстроты (быстрота простой реакции, быстрота сложной реакции, время одиночного движения, частота и темп локальных движений). Показатели комплексных форм быстроты и динамики скорости в циклических движениях (время бега, максимальная скорость, быстрота достижения и продолжительность удержания максимальной скорости, быстрота стартового ускорения, средняя скорость).

Показатели выносливости	Показатели интенсивности работы (скорость, мощность, сила). Показатели объема работы (пройденное расстояние, продолжительность). Относительные показатели (коэффициент и индекс выносливости, запас скорости). Биоэнергетические показатели работы (импульс силы, выполненная работа).
Показатели координационной сложности движений	Показатели точности выполнения движений (дифференциальные: пространственные, силовые, временные и комплексные: меткость, слежение). Показатели устойчивости движений и поз (статического и динамического равновесия, балансирования предметами).
Подвижность в суставах, гибкость	Основные показатели (активная и пассивная подвижность в суставах). Производные показатели (дозированная пассивная подвижность, дозированный дефицит подвижности, максимальный дефицит подвижности, запас гибкости, интервал болевого порога).

Следует отметить, что педагогические показатели позволяют вскрыть лишь внешние результаты двигательной деятельности спортсмена, но не внутренние (органические) процессы, лежащие в их основе. Показатели технической подготовленности характеризуют свойство спортсмена эффективно и рационально осуществлять двигательные действия, которые служат средством (специфических умений и навыков) к достижению успеха в соревновании.

Основные показатели технической подготовленности спортсмена приведены в табл. 18.

*Таблица 18*

### **Номенклатура показателей технической подготовленности**

<b>Групповые показатели</b>	<b>Единичные показатели</b>
Объем спортивной техники	Объем общих и реализованный. Показатели разносторонности двигательных действий (степень разнообразия освоенных навыков и умений, коэффициент предпочтений). Показатели рациональности техники.

Эффективность спортивной техники	Показатели сравнительной (дискриминативной) эффективности (усредненная техника спортсменов высокой квалификации). Показатели реализационной эффективности (реализация двигательного потенциала, функциональной экономизации).
Показатели стабильности техники	Показатели помехоустойчивости и автоматизированности спортивной техники.

## 7.5. Показатели функциональной подготовленности

Эти параметры функциональной подготовленности характеризуются комплексом свойств и качеств спортсмена, определяющих эффективность его тренировочной и соревновательной деятельности, а также соответствие целевому назначению - специфическим требованиям спортивного достижения.

В реальных ситуациях тренировочной работы и участия в состязаниях функциональное состояние спортсмена изменяется под влиянием целого ряда, как связанных между собой, так и независимых воздействий. При этом реакция спортсмена выражается в разнообразных изменениях его физиологических и личностно-психологических характеристик. При этом важным показателем функциональной подготовленности являются энергетические свойства (аэробная производительность, анаэробная производительность). В научно-методической, периодической литературе обычно выделяются три типа критериев, с помощью которых можно оценить функциональное состояние спортсмена: физиологическое, поведенческие и субъективные. В таблице 19 представлены основные физиологические показатели функциональной подготовленности спортсмена.

## Основные показатели функциональной подготовленности спортсменов

Групповые показатели	Единичные показатели
Центральная нервная система (ЦНС)	Показатели функций головного мозга (разность) потенциалов переменного электрического тока, статический потенциал, кровенаполнение, неоднородность структуры мозга). Показатели биопотенциалов субкортикальных отделов ЦНС - электроэнцефалографические показатели (А, ДА - ритмы), показатели энцефалореографии, данные позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).
Показатели сенсорных систем (зрительной, слуховой тактильной мышечной)	Показатели чувствительности (абсолютный и дифференциальный пороги чувствительности). Показатели пространственных характеристик (поле зрения, острота зрения, бинокулярность, диаграммы направленности). Зрительно-моторные ассоциации. Показатели временных характеристик (хронаксия, критическая частота мельканий, интервал дискретности). Показатели порога звукового давления.
Функции кровообращения (состояние сердца и сосудов, реология крови, транспорт кислорода)	Частота сердечных сокращений (ЧСС), ударный выброс, минутный объем кровообращения, артериальное давление. Показатели эффективности и экономичности в работе сердца при мышечной деятельности. Сосудистая система: скорость кровотока и давление в крупных сосудах и сосудах микроциркуляции, плотность микрососудистого, сосудистого русел и физическая работоспособность.

	Лазерные анализаторы кровотока в спортивной практике. Биомикроскопия сосудов микрорегуляции. Реология крови, оптимальный гематокрит, кислородная емкость крови и физическая работоспособность.
Функции дыхания	Показатели внешнего дыхания при мышечной деятельности (частота дыхания, глубина дыхания, минутный объем и потребление кислорода). Максимальное потребление кислорода (МПК) как показатель аэробной работоспособности спортсмена. Легочные объемы и емкости. Эффективность использования кислорода. Показатели газового состава артериальной, капиллярной и венозной крови. Обмен газов между кровью и альвеолами легких, а также между тканями и кровью в системных капиллярах.
Эндокринная система	Гормоны, их уровень при мышечной деятельности. Стероидные гормоны. Анаболические стероиды, их применение в качестве допингов. Кроветворение у спортсменов, эритропоэтины, их применение в качестве допингов, антидопинговый контроль.
Нервно-мышечные взаимодействия	Показатели биоэлектрической активности мышц (порог возбуждения, хронаксия, порог тетануса, порог пессима, биопотенциалы мышц, электромиография, Н-рефлекс)
Обмен веществ и энергии	Показатели обмена веществ (белков, углеводов, жиров, воды и минеральных веществ). Показатели энергетического обмена (энергетический баланс, потребление кислорода и кислородный долг, основной обмен, добавочный расход энергии).
Теплорегуляция тела	Показатели регуляции теплообмена (теплопродукции, теплоотдачи, температуры тела, регуляции температуры тела).

В литературе даются детальные описания используемых в контроле и оценке функциональной подготовленности спортсменов физиологических показателей. Следует учитывать тот факт, что конкретные спортивные дисциплины предъявляют различные требования к уровню функциональной подготовленности спортсмена.

Использование физиологических показателей в оценке функциональной подготовленности спортсменов сдерживается существенными трудностями метрологического порядка. Несмотря на относительную простоту непосредственного количественного измерения наблюдаемых при обследовании спортсменов сдвигов физиологических функций, перед специалистом спорта встает целый ряд проблем. К их числу относятся задачи создания и выбора адекватных целям контроля методических средств анализа (математические модели и концептуальные схемы анализа). Существует целый ряд общих для всех видов физиологических измерений метрологических проблем, главные из которых - это проблемы эталонного уровня функционирования и нелинейности шкал измерений.

Перечисленные факты, а также сохраняющееся методическое несовершенство процедур регистрации и обработки физиологических данных, представляют собой реальные трудности в деле использования этих показателей для практической оценки функциональной подготовленности спортсменов.

Психометрические показатели используются для оценки успешности выполнения заданного вида деятельности. При этом анализируется динамика показателей количества, качества и скорости выполнения задания, а также лежащие в ее основе изменения соответствующих психологических функций.



*Рис. 25. Функциональная диагностика спортсмена в лабораторных условиях*

- К подгруппе *психометрических показателей* относятся:
- абсолютные и дифференциальные пороги чувствительности в различных модальностях;
  - показатели работоспособности анализаторов;
  - особенности восприятия пространственных отношений и репродуктивного мышления.
  - показатели устойчивости и объема внимания при длительной однообразной работе;
  - преимущественная установка на скорость или тщательность в работе;
  - темп психических процессов при влиянии помех;

- особенности процесса мышления (активность, сообразительность и оперативная память);
- особенности внимания в работе в вынужденном темпе и при дефиците времени.

Основными психологическими средствами оценки функциональной подготовленности спортсмена являются короткие тестовые испытания (степ-тест и компьютерный тепшинг-тест, корректурная проба, численно-буквенные сочетания, отыскивание чисел, восприятие времени, порог различения массы, «перепутанные линии», проба с кольцами, отыскивание закономерностей, реакция на движущийся объект, измерение тремора, поддержание равновесия тела, точность оценивания и отмеривания параметров движений), характеризующие эффективность различных психических процессов во время выполнения двигательного задания. Применение психометрических показателей - один из наиболее перспективных путей решения проблем оценки функциональной подготовленности спортсмена, так как они, с одной стороны, непосредственно характеризуют возможности спортсмена, а с другой - объективны в том смысле, что исключают возможность сознательного завышения оценки спортивной работоспособности. Однако большинство из существующих психометрических методов имеет два серьезных недостатка. Прежде всего, задания, по выполнению которых судят о функциональном состоянии, имеют мало общего с реально выполняемой спортсменом деятельностью. Другой принципиальный недостаток существующих психометрических методов тестирования состоит в том, что с их помощью можно оценивать лишь результативную сторону деятельности и, как правило, ничего нельзя сказать о причинах наблюдаемых изменений. Показатели субъективных состояний предназначаются для оценки степени утомления самим спортсменом (табл. 20). Испытуемого спортсмена просят соотнести свое состояние с рядом признаков, для каждого из которых выделены полярные оценки (отсутствие - присутствие, плохой - хороший).



## Субъективные показатели утомления

Групповые показатели	Единичные показатели
Усталость	Учащение дыхания, боль в мышцах, ощущение усталости, затруднение дыхания, учащение сердцебиений, слабость в ногах, истощение сил, дрожь в ногах, сухость во рту, одышка.
Нежелание работать	Повышенное потоотделение, напряженность, желание изменить род деятельности, ощущение дискомфорта.
Мотивация	Ощущение свежести, определенность в действиях, заинтересованность, энергичность.

В спорте широкое распространение получила методика оценки субъективного состояния, основанная на трех группах показателей: самочувствия, активности и настроения. Основное направление развития методов субъективных оценок функционального состояния идет по линии создания многоплановых тестов, основанных на использовании метода шкалирования - субъективной психофизиологии и психомоторики. Таким образом, развитие этого направления сталкивается в основном с трудностями метрологического характера. Поэтому оценка функциональной подготовленности, основанная только на данных субъективного отчета и самооценки, может не отражать истинного положения дел.

### 7.6. Показатели спортивной надежности

Специфика соревновательной надежности в отличие от спортивно-технической, тактической, психической и другой надежности определяется потребностью в безотказном выступлении в соревнованиях соответствующего ранга, с заданной результативностью в условиях сбивающих помех

спортивной конкуренции в течение всего состязания. Важнейшие компоненты соревновательной надежности - это высшая результативность действий спортсмена и устойчивость этого уровня подготовленности в экстремальных условиях (помехоустойчивость). В качестве дополнительных показателей соревновательной надежности спортсменов можно также использовать следующие:

- вероятность безошибочного решения соревновательной ситуации, то есть вероятность того, что при реализации рассматриваемой соревновательной ситуации будут правильно выполнены именно те действия, которые составляют программу реализации данной ситуации и именно в заданной последовательности;

- вероятность успешного выполнения заданных действий в соревновательной ситуации, то есть вероятность того, что при возникновении определенной соревновательной ситуации заданные действия будут успешно выполнены,

- вероятность своевременной реализации соревновательной ситуации, то есть вероятность того, что совокупность всех действий, составляющих реализацию данной ситуации, будет выполнена за время, не превышающее допустимое;

- вероятность успешной реализации последовательно возникающих соревновательных ситуаций. Представляется, что уровень соревновательной надежности спортсменов определяется следующими основными факторами:

- надежностью используемых технико-тактических средств и приемов,

- рациональностью распределения задач, решаемых в системе соревновательных мероприятий,

- наличием различных видов избыточности возможностей спортсмена (физической, технико-тактической, психической, информационной, функциональной, инвентарной и пр.). Выбор состава показателей, используемых для описания и обеспечения соревновательной надежности, определяется характером соревновательных функций спортсменов, их

сложностью и особенностями соревновательных требований видов спорта.

При формулировке требований к соревновательной надежности спортсмена необходимо учитывать:

- соревновательную цель спортсмена в целом, задачи его действий и отдельных функций в соревновательных ситуациях,
- виды ошибочных действий и возможные технико-тактические последствия сбоев отдельных действий;
- уровень соревновательной надежности, достигнутый аналогичными по мастерству спортсменами.

Разработка практических методик оценки и контроля соревновательной надежности спортсмена может быть обеспечена решением следующих задач:

1) разработка достаточно полной, предельно экономной классификации ошибочных соревновательных действий спортсменов;

2) разработка математических моделей для каждого вида ошибочных действий. Это может быть выполнено только на основе обстоятельного анализа статистических данных о каждом виде ошибочных действий на большом фактическом материале для всех основных видов спорта;

3) разработка практических методик оценки, контроля и нормирования надежности соревновательных действий в различных группах видов спорта. Эта задача может быть решена только на основе математических моделей, путем наиболее удобного их использования на практике;

4) составление таблиц накопленных справочных данных, характеризующих надежностные и соревновательные свойства и показатели спортсменов.

## **7.7. Показатели личности спортсмена**

В БСЭ (1973) термин «личность» характеризуется признаками, обозначающими: 1) человеческий индивид как субъект отношений и сознательной деятельности (лицо в широком

смысле слова) или 2) устойчивую систему социально значимых черт, характеризующих индивида как члена того или иного общества или общности. Науки, изучающие взаимосвязь общества и человека, определяют «личность», исходя из своих методологических схем (табл. 21).

Таблица 21

Основные характеристики личности

Признаки	Группы свойств	Показатели
Человек как индивид	Возрастно- половые свойства, индивидуально типические свойства	Стадии онтогенетической эволюции, половой диморфизм, интенсивность онтогенетических стадий
Человек как личность	Статус в обществе	Конституциональные особенности, нейродинамические свойства моз-га, особенности функциональной геометрии больших полушарий
Человек как субъект деятельности	Сознание, деятельность	Творчество (знания, умения, навыки), способности и талант

Социологический, антропологический, психологический, медицинский, педагогический, юридический подходы существенно разнятся. Из всех этих подходов нас в данном случае более всего интересует психологический.

Психологический аспект обязывает изучать личность человека с точки зрения связи (заимствования) данных естественных и общественных наук. Личность - одно из центральных понятий психологической науки. И, пожалуй, одно из наиболее сложных. Приведем пример определения термина «личность» с выделением целостных семантиче-

ских единиц, предложенного видным советским психологом А.Н.Леонтьевым (1970): «Мой взгляд на личность состоит в том, что личность есть особое целое (1), особое психологическое новообразование. (2), формирующееся только у человека (3) и представляющее собой относительно поздний продукт общественноисторического развития (4) и онтогенетического развития (5)».

Экспериментальные методы оценки психических свойств личности называют психодиагностическими и обычно делят на: опросники (личностные опросники, миннесотский многомерный личностный опросник - ММП1, 16-факторный личностный опросник кеттела, личностный опросник Кеттелла, личностный Айзенка) и проективные методики (тест тематической апперцепции - ТАТ, тест Роршаха, фрустрационный тест Розенцвейга).

Спортивные социологи выделяют следующие наиболее существенные личностные качества выдающихся спортсменов:

- быстрый темп психических процессов и способность к
- высокий уровень притязаний, уверенность в себе, склонность к риску, стремление к лидерству, общительность, открытый характер и чувство юмора:
- активную направленность и интерес к спортивной деятельности.

## **7.8. Критерии оценки спортивной подготовленности**

Под критериями, на основании которых вырабатывается суждение о качестве обследований спортсменов, понимаются признаки и свойства, присущие исследовательской проверке состояния спортсмена по ее природе, назначению, и отражающие опыт ее осуществления, реализации. Критерии качества оценки спортивной подготовленности отражают к составу и содержанию оценочных показателей, методам их определения, организации процессов оценивания.

**Критерий объективности оценок** заключается в том, что они (оценки) не должны зависеть или зависеть минимально возможностей степени от субъективного мнения лиц, выполняющих оценку.

Они должны осуществляться беспристрастно, без проявления заинтересованности в преднамеренном искажении.

**Критерий системности** состоит в необходимости использования взаимосвязанных оценок, каждая из которых отражает определенную сторону спортивной подготовленности, а все вместе — всю совокупность свойств специальной подготовленности спортсмена. В соответствии с этим критерием оценки должны обладать свойством комплексности, дополнять друг друга, быть взаимосогласованными и образовывать полную систему.

**Критерий целенаправленности оценок** определяется ориентировочной направленностью научной, методической, медицинской и другой деятельности (обеспечения) на повышение уровня спортивных достижений.

Этому критерию подчиняются в первую очередь процедуры организации, осуществления и использования оценок, так как сами оценки, являясь объективными и достоверными, поневоле обязаны способствовать совершенствованию спортивных достижений,

**Критерий надежности и достоверности** относится в основном к методической процедурной стороне проведения оценок. Надежность оценок понимается одновременно как их устойчивость, слабая чувствительность к изменению условий осуществления оценок и оцениваемых качеств и к искусственным помехам. Требованиям надежности и достоверности удовлетворяют условия построения оценок и их совершенствования с учетом необходимости преодоления помех, создаваемых в явной или неявной форме или случайно проявляющихся в процессе функционирования системы оценивания.

**Критерий универсальности** способствует унификации методов и способов организации оценки спортивной подготовленности, сопоставимости результатов оценки в различных спортивных дисциплинах. Универсальность способствует регламентации или даже стандартизации оценок спортивной подготовленности, переводу их на единую нормативную основу.

**Критерий простоты и доступности** выражается в том, что оценки спортивной подготовленности должны быть относительно простыми в применении и доступными для освоения, не требующими чрезмерно высокого уровня квалификации лиц, осуществляющих оценку.

Это требование относится и к числу используемых показателей спортивной подготовленности, номенклатурный перечень которых не должен быть слишком большим, так как иначе система оценки станет громоздкой.

Вместе с тем требование простоты не должно приводить к грубым оценкам, упрощениям, искажающим истинную картину, то есть к нарушению требования достоверности.

**Критерий практической реализуемости** означает, что система оценок не должна опираться на организационные формы, которые не могут быть применены в действующей практике управления подготовкой спортсменов.

Оценки спортивной подготовленности должны удовлетворять требованиям оперативности, согласно которым продолжительность проведения и сроки завершения процессов оценки не должны превосходить заданных предельных значений, обусловленных необходимостью использования оценок в управлении тренировочным процессом.

Запоздалые оценки не могут быть эффективно применены в целях активного влияния на качество обследований спортсменов.

## ГЛОССАРИЙ

**Абсолютная погрешность** – величина, равная разности между показаниями измерительного прибора и истинным значением измеряемой величины

**Абсолютная эффективность** деятельности эксперта – отношение числа случаев, когда эксперт верно предсказал дальнейший ход событий к общему числу экспертиз, проведенных данным специалистом

**Акселерант** – ребенок, двигательный возраст которого опережает календарный

**Анкета** – опросный лист, содержащий вопросы, на которые нужно ответить письменно

**Анкетирование** – метод сбора мнений посредством заполнения анкет

**Величина нагрузки** – количественная мера тренировочных воздействий

**Выборочная совокупность (выборка)** – ряд результатов измерений, представленный случайными числами

**Выносливость** – способность в течение длительного времени выполнять упражнения без снижения их интенсивности

**Генеральная совокупность** – совокупность всех значений, которые можно было бы получить для изучаемой выборки

**Гибкость** – способность выполнять движения с большой амплитудой

**Двигательный (моторный) тест** – тест, в основе которого лежит двигательное задание

**Действительная относительная погрешность** – отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины

**Дискретные результаты** – результаты, выраженные целым числом

**Дисперсионный анализ** – количественное исследование влияния внешних факторов на результат эксперимента



**Добротный тест** – тест, удовлетворяющий требованиям надежности и информативности

**Дополнительная погрешность** – погрешность измерительного прибора, вызванная отклонением условий его работы от нормальных

**Измерение** – установление соответствия между изучаемыми явлениями, с одной стороны, и числами, с другой.

**Информативность теста** – степень точности, с которой тест измеряет изучаемое свойство

**Имитационное моделирование** – создание модели реальной системы и экспериментирование с этой моделью с целью понять закономерности поведения системы либо оценить эффективность различных вариантов ее поведения

**Квалиметрия** – методы количественной оценки качественных показателей

**Комплекс (батарея) тестов** – группа тестов, имеющих единую конечную цель

**Корреляционное поле (диаграмма рассеяния)** – графическая зависимость двух показателей

**Корреляционный анализ** – статистический метод, используемый для исследования взаимосвязей

**Коэффициент корреляции** – специальный показатель, используемый для оценки тесноты взаимосвязи

**Логическая информативность** – степень информативности, характеризующая качественно

**Медиана** – результат измерения, который находится в середине ранжированного ряда

**Метрология** – наука об измерениях

**Множественный коэффициент корреляции** – показатель, используемый для оценки тесноты взаимосвязи между показателем X и набором некоторых других показателей

**Мода** – результат выборки, наиболее часто в ней встречающийся

**Надежность теста** – степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей в одних и тех же условиях

**Непрерывные результаты** – результаты, которые могут выражаться дробным числом

**Норма** – граничная величина результата, служащая основой для отнесения спортсмена к одной из классификационных групп

**Общий объем тактики** – перечень тактических ходов и вариантов, которыми владеет спортсмен или команда

**Объем выборки** – число объектов наблюдения или число измерений

**Объем техники** – общее число действий, которое выполняет спортсмен на тренировочных занятиях и соревнованиях

**Основная погрешность** – погрешность метода измерения или измерительного прибора, которая имеет место в нормальных условиях их применения.

**Относительная эффективность деятельности эксперта** – отношение абсолютной эффективности его деятельности к средней абсолютной эффективности группы экспертов

**Оценка** – унифицированная мера успеха в каком-либо задании

**Подготовленность** – комплексная характеристика этапного состояния спортсмена, отражающая его возможность к демонстрации спортивных достижений

**Приведенная относительная погрешность** – отношение абсолютной погрешности к истинному (или максимально возможному) значению измеряемой величины

**Размерность** – выражение, связывающее производную величину с основными величинами системы при коэффициенте пропорциональности равном единице

**Разносторонность тактики** – разнообразие тактического арсенала спортсмена или команды

**Разносторонность технической подготовленности** – степень разнообразия двигательных действий которыми владеет спортсмен

**Ранг** – место, занимаемое в шкале порядка

**Ранговый коэффициент корреляции** – показатель, используемый для оценки тесноты взаимосвязи между показателями, измеренными в шкале порядка

**Ранжирование** – расстановка результатов измерений в порядке убывания или возрастания

**Результат тестирования**– полученное в итоге измерения числовое значение

**Релевантность** – пригодность норм только для той совокупности, для которой они разработаны

**Ретардант** – ребенок, двигательный возраст которого отстает от календарного

**Ретест** – повторное тестирование

**Силовые качества** – способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему посредством мышечных напряжений

**Система единиц** – совокупность выбранных основных и образованных с их помощью производных единиц для одной или нескольких областей измерения

**Систематическая погрешность** – погрешность, величина которой не меняется от измерения к измерению

**Скоростные качества** – способность выполнять движение в минимальный промежуток времени

**Случайная погрешность** – погрешность, возникающая под действием случайных факторов

**Согласованность теста** – независимость результатов тестирования от личных качеств лица, проводящего или оценивающего тест

**Соревновательная деятельность** – организованное по определенным правилам соперничество с целью выявления и объективного сравнения спортивного мастерства

**Специализированность** – мера сходства данного тренировочного средства с соревновательным упражнением

**Спортивная форма** – состояние оптимальной подготовленности спортсмена

**Стабильность теста** – воспроизводимость результатов при повторении теста через определенное время в одинаковых условиях

**Статистическая взаимосвязь** – одному значению одного показателя соответствует несколько значений другого, и наоборот.

**Статистическая гипотеза** – проверяемое математическими методами предположение относительно статистических характеристик результатов измерений

**Статистическое наблюдение** – планомерный, научно обоснованный сбор данных, характеризующих изучаемый объект

**Тактика** – совокупность способов ведения спортивной борьбы

**Тактический вариант** – комбинация тактических ходов

**Тактическое мышление** – способность быстро оценивать ситуацию и принимать решение

**Тест** – измерение или испытание, проводимое с целью определения состояния или способностей спортсмена

**Тестирование** – процесс испытания

**Уравнение регрессии** – математическое выражение корреляционной зависимости

**Физическая работоспособность** – возможность человека выполнять физическую работу

**Функциональная взаимосвязь** – взаимосвязь, при которой каждому значению одного показателя соответствует строго определенное значение другого

**Частный коэффициент корреляции** – показатель, используемый для оценки тесноты взаимосвязи между переменными  $X$  и  $Y$  при неизменных других показателях ( $Z, Q$  и т.д.)

**Шкала оценок** – закон преобразования показанного спортивного результата в условные очки

**Экспертная оценка** – оценка, полученная путем выяснения мнений специалистов

**Эмпирическая информативность** – степень информативности, характеризующаяся количественно

## ЛИТЕРАТУРА

1. Верхошанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. - М.: ФиС, 1988. - 331с.
2. Волков Н.И. Применение математической теории, планирования экспериментов для поиска оптимальной методики тренировки / Н.И.Волков, В.М.Зациорский, Е.А.Разумовский / ТиПФК, - 1968, № 7.
3. Годик М.А., Контроль в процессе спортивной тренировки // Подготовка футболистов. - М.: ФиС, 1978.
4. Годик М.А. Спортивная метрология: учебник для институтов физ.культ. - М.: Физкультура и спорт, 1988. - 192 с.
5. Зациорский В.М. Основы спортивной метрологии. - М.: Физкультура и спорт, 1982, - 254 с.
6. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов. - М.: Физкультура и спорт, 1987, - 256 с.
7. Лях В.И. Тесты в физическом воспитании школьников: пособие для учителя: М.: 1998. - 272 с.
8. Начинская С.В. Спортивная метрология: учебное пособие для вузов. - М.: 2005. - 240 с.
9. Смирнов Ю.В., Полевщиков М.М. Спортивная метрология. - М.: 2000. - 232 с.
10. Уткин В.Л. Измерения в спорте (введение в спортивную метрологию). - М.: 1978.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
------------------	---

### РАЗДЕЛ I. ВВЕДЕНИЕ В СПОРТИВНУЮ МЕТРОЛОГИЮ

1.1. Предмет спортивной метрологии.....	5
1.2. Становление спортивной метрологии.....	6
1.3. Управление процессом подготовки спортсменов.....	9

### РАЗДЕЛ II . ОБЩИЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Основные понятия.....	14
2.2. Особенности измерения в физической культуре и спорте.....	17
2.3. Шкалы измерений.....	19
2.4. Точность измерений.....	20
2.5. Статистические методы обработки результатов измерений.....	22

### РАЗДЕЛ III. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕСТОВ

3.1. Основные понятия.....	26
3.2. Надежность тестов.....	30
3.3. Стабильность тестов.....	33
3.4. Согласованность (объективность) тестов.....	33
3.5. Эквивалентность тестов.....	34
3.6. Информативность (валидность) тестов.....	35

## **РАЗДЕЛ IV. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОЦЕНОК**

4.1. Основные понятия теории оценок.....	40
4.2. Шкала ГЦОЛИФКа.....	44
4.3. Оценка комплекса тестов.....	45
4.4. Нормы.....	47

## **РАЗДЕЛ V. МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ**

5.1. Методы количественной оценки качественных показателей.....	51
5.2. Метод экспертных оценок.....	52
5.3. Анкетирование как метод экспертизы.....	54
5.4. Инструментальные методы контроля.....	55

## **РАЗДЕЛ VI. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ**

6.1. Метрологический контроль технической подготовленности спортсменов.....	67
6.2. Метрологический контроль физической подготовленности спортсменов.....	74
6.3. Контроль скоростных качеств формы проявления скоростных качеств.....	77
6.4. Информативность и надежность тестов, используемых в контроле скоростных качеств спортсмена.....	86
6.5. Контроль силовых качеств.....	89
6.6. Добротность силовых тестов.....	95
6.7. Контроль уровня развития гибкости.....	101

6.9. Содержание и особенности соревновательной деятельности.....	110
6.10. Эффекты тренировочных и соревновательных нагрузок.....	115
6.11. Контроль за соревновательной деятельностью спортсмена.....	121

## **РАЗДЕЛ VII. ПОКАЗАТЕЛИ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ**

7.1. Классификация свойств показателей спортивной подготовленности.....	124
7.2. Показатели спортивной подготовленности.....	125
7.3. Группы показателей спортивной подготовленности....	126
7.4. Психолого-педагогические спортивные показатели.....	128
7.5. Показатели функциональной подготовленности....	130
7.6. Показатели спортивной надежности.....	136
7.7. Показатели личности спортсмена.....	138
7.8. Критерии оценки спортивной подготовленности...	140
<b>ГЛОССАРИЙ.....</b>	<b>143</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>148</b>



ISBN 978-9943-381-56-8



9 789943 381568