



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)**

**Высшая школа физической культуры и спорта  
Кафедра теории и методики физической культуры и спорта**

---

**Л.М. Кравцова**

## **СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И  
СПОРТА**

**Челябинск**

**2023**

**Кравцова Л.М.** Спортивная метрология: учебно-методическое пособие - Челябинск: ЮУрГГПУ, 2023. – 69 с.

В пособии раскрываются основные понятия спортивной метрологии. Раскрываются теоретические и методические аспекты проведения тестирования и оценки в области физической культуры и спорта. Представлен список контрольных вопросов для самостоятельной подготовки студентов к занятиям.

Пособие адресовано специалистам физической культуры, студентам высшей школы физической культуры и спорта, а также представленные материалы могут быть интересны специалистам в области спортивной метрологии.

**Рецензенты:**

**Михайлова Т.А.**, кандидат педагогических наук, доцент  
кафедры теории и методики ФК и спорта,  
ЮУрГГПУ

**Макаренко В.Г.**, доктор педагогических наук, профессор  
кафедры теории и методики ФК и спорта,  
ЮУрГГПУ

© Кравцова Л.М. 2023.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ КАК УЧЕБНАЯ И НАУЧНАЯ ДИСЦИПЛИНА	
1.1 Определение метрологии и основные этапы ее развития в России и за рубежом	6
1.2 Предмет спортивной метрологии	11
1.3 Системы единиц физических величин: международная система единиц (СИ), производные системы СИ	18
1.4 Физические величины, подлежащие измерению в физической культуре и спорте	25
1.5 Спортивная тренировка как процесс управления. Понятие об управлении	28
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ В СПОРТЕ	
2.1 Метрологические требования к тестам: стандартность, надежность, информативность	46
2.2 Классификация тестов. Педагогические, психологические, тесты достижений, индивидуально ориентированные, тесты интеллекта, специальных способностей	50
2.3 Двигательные тесты: контрольные упражнения, стандартные функциональные пробы, максимальные функциональные пробы	55
2.4 Оценивание в физической культуре и спорте	58
ГЛОССАРИЙ	62
ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	66
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	68

## ВВЕДЕНИЕ

Измерения постоянно сопровождают практическую деятельность человека. Чаще всего измеряют физические величины: длину, массу, время и пр. Измерения необходимы при изучении природы, поскольку только посредством измерений можно узнать количественные характеристики исследуемых объектов. Можно сказать, что та или иная наука становится точной только тогда, когда благодаря измерениям она получает возможность находить точные количественные соотношения, выражающие законы природы.

В настоящее время спортивная метрология развивается одновременно и как научная, и как учебная дисциплина. Как одно из современных научных направлений в образовательной области по физической культуре спортивная метрология отвечает на два основных вопроса: как измерить и выразить числом те явления и процессы, которые происходят в физической культуре и спорте, и как их математически обработать.

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.

В практике физического воспитания и спорта достаточно широко распространены представления о том, что комплексным 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.

Целью освоения дисциплины «Спортивная метрология» является формирование необходимых знаний и компетенций для успешной педагогической деятельности, связанной с организацией информационных потоков, их обработкой и практическим применением в области спорта.

Задачи дисциплины:

1. Дать необходимые естественнонаучные и математические базовые знания в области измерений и контроля на занятиях спортом необходимые и достаточные для педагогической деятельности.

2. Научить использовать теоретические знания и практические умения в области спортивной метрологии в создании собственного опыта преподавания физической культуры;

3. Сформировать элементарную научно-исследовательскую компетенцию у будущих педагогов через умение работать с научной литературой, применять знания по дисциплине в подготовке курсовых и дипломной работ.

В данном пособии раскрываются основные понятия спортивной метрологии. Раскрываются теоретические и методические аспекты проведения тестирования и оценки в области физической культуры и спорта. Представлен список контрольных вопросов для самостоятельной подготовки студентов к занятиям.

Пособие адресовано специалистам физической культуры, студентам высшей школы физической культуры и спорта, а также представленные материалы могут быть интересны специалистам в области спортивной метрологии.

# 1 СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ КАК УЧЕБНАЯ И НАУЧНАЯ ДИСЦИПЛИНА

## 1.1 Определение метрологии и основные этапы ее развития в России и за рубежом

Слово «метрология» означает учение о мерах. В современном понимании – это наука об измерениях, методах и средствах измерения, обеспечивающих их единство, об исходных единицах, их вещественном воплощении, о соотношениях между ними. Она же занимается установлением прототипов мер, методов хранения и сличения эталонов.

Современные меры единиц физических величин имели свою историю.

Необходимость простейших измерений возникла у человека, как только он стал строить жилища, делать примитивные орудия труда, изготавливать домашнюю утварь и одежду. Прежде всего требовалось измерять длину, объем, вес, время и на первой же стадии измерений понадобились меры, которыми можно было выразить результат измерений. Меры рождались в трудовой деятельности и были связаны с образом жизни людей и их конкретным занятием. Отсюда возникли названия некоторых местных мер: косье, весло, топорище и др. У разных народов появились, например, меры веса и длины, связанные с размерами зерна и плодов: гран-единица аптекарского веса означает в переводе (с франц., лат., англ., исп.) «зерно», карат – мера веса драгоценных камней, означает «семя боба» и др.

Представление о времени наши предки получали, наблюдая за положением Солнца, Луны и других небесных тел относительно горизонта. Очень удобным для измерения длины оказалось использовать части человеческого тела, отсюда названия мер: локоть, палец, пядь, кулак и другие. Были также меры, обусловленные физическими возможностями человека или животного: день пути, перестрел (60-70 м), «вержение камня», «коровий крик» – в Индии или «бычий рев» – на Руси.

Естественно, что ни о каком определенном размере мер еще не могло быть и речи. Каждый пользовался «своим» локтем, расстоянием, пройденным «своей лошастью».

По мере усложнения хозяйства, с развитием общения между различными племенами, образованием устойчивых объединений поя-

вилась потребность в более точных измерениях и мерах. Накопление излишков продуктов труда способствовало образованию предпосылок для возникновения внутреннего и внешнего рынка. На этом этапе возникают уже общеобязательные для применения на данной территории усредненные меры, подобно «священному египетскому локтю». Деление однородных мер на дольные потребовало использования математических действий. Метрология начинает постепенно выделяться в особую область знаний. Когда и у какого народа впервые была сформулирована система находящихся в определенном числовом соотношении мер, неизвестно. Наиболее древней истории считают египетскую систему.

История метрологии не располагает вещественными документами, указывающими, какими мерами пользовались древние славяне, но существуют две точки зрения относительно происхождения древнерусских мер. Так, Н. Т. Беляев, опираясь на совпадение размеров некоторых славянских и египетских мер, высказал мысль о древнеегипетском начале мер. Вторая точка зрения гласит, что в древнерусскую систему входили как исконно русские, так и заимствованные меры.

Итак, на территории первого русского государства имели хождение разнообразные меры, удовлетворяющие потребностям в различных областях: ремесле, торговле, строительстве, быту. Появились меры, принятые за образец, например: «золотой пояс» великого князя Святослава Ярославича (1073-1076 г.). Хранителем первых образцовых мер и надзирателем за точностью мер были церкви и монастыри.

Важнейшим в метрологии является Двинская грамота Ивана Грозного о новых печатных мерах сыпучих тел «осминах» от двадцать первого декабря 1550 г. Следует отметить, что все московские указы, касающиеся введения единиц мер в стране, отсылались на места с образцами казенных мер. При этом старые меры, не совпадающие по размерам с новыми, запрещалось употреблять, за использование же ими назначался штраф. В случае злоумышленного нанесения порчи контрольным мерам грозило наказание вплоть до смертной казни.

Изобретение книгопечатания и учреждение учебных заведений благоприятствовали формированию высоких представлений о роли меры и числа и значении измерений в познаниях мира. Новые общегосударственные задачи, политические и экономические условия Мо-

сковского государства дали толчок росту масштабов измерений, вызвали необходимость повышения их точности. В свою очередь, для проведения измерений потребовалось подготовить специальный аппарат и условия совершенствования контроля за мерами и измерительными приборами. Надзор за мерами и весами в XVI-XVII вв. окончательно выходит из-под влияния духовенства. С усилением господства власти он становится всё более централизованным.

Большую работу по надзору и проверке мер производили два столичных учреждения: Померная изба и Большая таможня. Они имели возможность не только проводить периодические ежегодные проверки, но и выборочные, а также разрешать конфликты, пресекать любые злоупотребления и применение неверных «воровских» или неклеименных мер и весов. В провинции надзор был поручен персоналу воеводских и земских изб.

Для облегчения вычислений были изданы таблицы мер и соотношений между русскими и иностранными мерами.

Услуги метрологии потребовались в самых различных отраслях. На заводах стали появляться своего рода контрольно-измерительные лаборатории.

Начинают выделяться и некоторые метрологические центры. Но такое рассредоточение метрологического хозяйства в то время было оправдано, так как каждая коллегия несла ответственность за единство мер в хорошо известной ей области. Но сущность метрологии заключается в единстве измерений, приводимых к эталонам. Создание же эталонного хозяйства немыслимо без единого метрологического центра. В 1736 г. по решению сената была образована комиссия весов и мер под председательством графа Головкина, главного директора Монетного двора. Важнейшим шагом, подытоживающим работу комиссии, было создание русского эталонного метра. Работы комиссии начались в 1736 г. В 1747 г. была изготовлена бронзовая золоченая гиря, узаконенная в качестве образца русских мер веса. Деятельность комиссии продолжалась до 1842 г. и завершилась созданием эталонов длины и массы – платиновых стержней и фунта.

Указ «О системе русских мер и весов» 1835 г. законодательно утвердил основные единицы и окончательно определил русскую систему мер и весов.

Эта система просуществовала вплоть до Октябрьской революции (до прогрессивной метрической реформы 1918 г.)



В 1842 г. было создано первое метрологическое и поверочное учреждение России – Депо образцовых мер и весов. В обязанности Депо входило не только тщательное хранение эталонов, их копий, но и изготовление новых в случае порчи, а также поверка и сличение образцовых мер с иностранными.

В 1892 г. Д. И. Менделеев принял предложенную ему должность ученого-хранителя Депо. Главной заслугой Д. И. Менделеева в области метрологии считается установление приемов метрологического, т. е. образцового, точного взвешивания.

Свою работу в Депо Менделеев начинает с того, что проводит реорганизацию его в метрологическое учреждение качественно нового типа, словом, он приступает к созданию главного метрологического института страны.

8 июня 1893 г. Депо преобразуется в Главную палату мер и весов, а Менделеев становится ее первым управляющим. В сущности, с этого момента начинается развитие собственно русской метрологии. С приходом Менделеева в метрологию она превратилась в строгую научную дисциплину, значение которой для развития науки и техники начали понимать многие ученые и промышленники России. Менделеев считал весьма важной составной частью научной метрологии определение точных значений физических констант.

По крылатому выражению Менделеева, «точная наука немислима без меры». В наше время научно-технической революции (НТР) и расцвета точных наук метрология стала буквально вездесущей.

В 1865 г. Менделеев привел результаты измерений плотностей водных растворов этилового алкоголя с содержанием алкоголя от 35 до 100 процентов по массе. Им был создан пикнометр, названный позднее его именем.

Менделеев не написал отдельного руководства по метрологии, но часто можно встретить ряд ценных идей и указаний, облеченных в форму блестящих афоризмов и крылатых фраз:

«Знанием в должном смысле должно назвать в настоящее время только то, что представляет собой согласие теории с практикой».

«Для теории предмета могут быть пригодны лишь такие данные, которые носят в себе признаки значительной точности».

«Достойны внимания и обработки только те данные, где все влияния описаны или несомненно приняты во внимание».

Научное наследие Менделеева велико и многообразно. Не вызывает сомнений, что внимательное изучение его классических работ еще не раз будет способствовать дальнейшему обогащению и развитию научной метрологии.

Систематическое и планомерное развитие государственной поверочной службы началось сразу же после создания Советского государства. В сентябре 1918 г. декретом СНК РСФСР была введена в стране единая международная система мер.

В 1921 г. Ленин подписал Постановление о Всероссийской поверке мер и весов.

В 1922 г. система технического обеспечения (СТО) утвердил новое положение, в соответствии с которым в Главной палате были организованы два института: метрологический и поверочный.

В 1924 г. ЦИК и СНК СССР приняли постановление, по которому Главная палата становится государственным учреждением, действующим на всей территории СССР.

15 сентября 1925 г. СНК СССР утвердил положение о вновь созданном Комитете по стандартизации и метрологии.

В 1930 г. был создан Всесоюзный комитет по стандартизации при СТО, которому подчинялась и Главная палата.

В 1931 г. Главная палата была переименована во Всесоюзный научно-исследовательский институт по метрологии и стандартизации (ВИМС).

17 октября 1934 г. ВИМС переименован во ВНИИМ. В 1954 г. организован Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при СССР, в его ведение перешла вся государственная метрологическая служба. По инициативе СССР была создана в 1956 г. Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ). Основная задача этой организации – обеспечить единство и правильность измерительной системы в международном масштабе.

## **1.2 Предмет спортивной метрологии**

В практической жизни человек имеет дело с измерениями, которые ведутся в промышленности, сельском хозяйстве, торговле, военном деле, при охране труда и окружающей среды, медицине, педагогике, психологии, в быту, спорте и т.д. Благодаря измерениям воз-

можно управление технологическими процессами, промышленными предприятиями, подготовкой спортсменов и народным хозяйством в целом. Резко возросли и продолжают расти требования к точности измерений, скорости получения измерительной информации, измерению комплекса физических величин.

Измерения на определенном этапе своего развития привели к возникновению метрологии, которая в настоящее время определяется как «наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и требуемой точности». Это определение свидетельствует о практической направленности метрологии, которая изучает измерения физических величин и образующие эти измерения элементы, разрабатывает необходимые правила и нормы. Слово «метрология» в переводе с древнегреческого означает «наука об измерениях» (metro – мера, logos – учение, наука). Долгое время метрология оставалась в основном описательной наукой о различных мерах и соотношениях между ними. С конца девятнадцатого века благодаря прогрессу физических наук метрология получила существенное развитие. Большую роль в становлении современной метрологии как одной из наук физического цикла сыграл Д.И. Менделеев, руководивший отечественной метрологией в период 1892-1907 гг. Традиционно метрология занималась измерением только физических величин. Были созданы методы, позволяющие измерять разнообразные показатели нефизической природы (психологические, биологические, социологические, педагогические и др.). Однако среди метрологов не сложилось единой точки зрения о границах своей науки, и мы придерживаемся распространенного толкования метрологии как науки обо 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, 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 эм-

пирические данные, а их логарифмы. Под преобразованные таким образом данные подбирались интерполяционные формулы.

Во второй половине XX века были предприняты попытки перейти к содержательному математическому описанию «кривой рекордов» на основе некоторых модельных представлений о факторах, ограничивающих работоспособность при напряженных физических упражнениях. Первым предложил Хенри (1954, 1955) использовать пятичленное экспоненциальное выражение. Он исходил из того, что в «кривой рекордов» должно находить отражение существование четырех различных источников энергии при мышечной деятельности: распад макроэнергетических фосфорных соединений, гликолиз, аэробное окисление углеводов и жиров. Пятый член предложенного Хенри выражения характеризует затраты энергии на начальное ускорение со старта. Предложенное им уравнение позволило с большой точностью предсказать достижения в широком диапазоне дистанций. Сходный модельный подход использовали также Тарнер и Кемпбелл, предложившие «биометрическую теорию рекордов» в беге от 400 до 10000 м. Авторы исходили из того, что длительное передвижение с постоянной скоростью возможно лишь при так называемых субкритических скоростях, где  $O_2$  – запрос меньше текущего потребления кислорода. При скорости выше критической энергетическое обеспечение деятельности во все большей степени начинает осуществляться за счет анаэробных реакций, что приводит к более быстрому истощению механизмов  $O_2$  – долга. На этой основе авторы предложили для описания «кривой рекордов» формулу, где скорость передвижения рассматривалась как функция от мощности аэробных и анаэробных механизмов поставки энергии [1]. Наиболее полно и методически обоснованно современное состояние спортивной метрологии изложено В.М. Зациорским [10] и М.А. Годиком [6] в учебниках

«Спортивная метрология» для институтов физической культуры и в учебном пособии с тождественным названием С.В. Начинской [16]. 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 эталонизации средств физического воздействия, связка статистических методов).

Кроме того, заслуживает отдельного внимания учебник и словарь- справочник по спортивной метрологии В.Б. Коренберга, кото-

рый содержит более 1600 терминов, раскрывающих важные положения для контроля процесса спортивной подготовки[1].

Спортивная метрология – наука об измерениях в физическом

воспитании и спорте. Специфика спортивной метрологии заключается в том, что объектом измерения является живая система – человек. В связи с этим спортивная метрология имеет ряд принципиальных отличий от области знаний, рассматривающей традиционные классические измерения физических величин. Специфику спортивной метрологии определяют следующие особенности объекта измерений:

- **Изменчивость** – непостоянство переменных величин, характеризующих физиологическое состояние человека и результаты его спортивной деятельности. Все показатели (физиологические, морфо- анатомические, психофизиологические и т. п.) постоянно меняются, поэтому необходимы многократные измерения с последующей статистической обработкой полученной информации.

- **Многомерность** – необходимость одновременного измерения большого числа переменных, характеризующих физиологическое состояние и результат спортивной деятельности.

- **Квалитативность** – качественный характер ряда измерений при отсутствии точной количественной меры.

- **Адаптивность** – способность приспосабливаться к новым условиям, что зачастую маскирует истинный результат измерения.

- **Подвижность** – постоянное перемещение в пространстве, характерное для большинства видов спорта и существенно усложняющее процесс измерения.

- **Управляемость** – возможность целенаправленного влияния на действия спортсмена в ходе тренировки, зависящего от объективных и субъективных факторов.

Таким образом, спортивная метрология не только занимается традиционными техническими измерениями физических величин, но и решает важные задачи управления тренировочным процессом:

- используется как инструментарий для измерения биологических, психологических, педагогических, социологических и других показателей, характеризующих деятельность спортсмена;

- представляет исходный материал для биомеханического анализа двигательных действий спортсмена.

Предмет спортивной метрологии – комплексный контроль в физическом воспитании и спорте, включающий в себя контроль за состоянием спортсмена, тренировочными нагрузками, техникой выполнения упражнений, спортивными результатами и поведением спортсмена на соревнованиях.

Цель спортивной метрологии – осуществление комплексного контроля для достижения максимальных спортивных результатов и сохранения здоровья спортсмена на фоне высоких нагрузок.

В ходе спортивно-педагогических исследований и при осуществлении тренировочного процесса измеряется множество различных параметров. Все они подразделяются на четыре уровня:

1. Единичные – раскрывают одну величину отдельного свойства изучаемой биологической системы (например, время простой двигательной реакции).

2. Дифференциальные – характеризуют одно свойство системы (например, быстрота).

3. Комплексные – относятся к одной из систем (например, физическая подготовленность).

4. Интегральные – отражают суммарный эффект функционирования различных систем (например, спортивное мастерство).

Разделы спортивной метрологии представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Разделы спортивной метрологии

Каждый из них составляет самостоятельную область знаний. С другой стороны, они тесно связаны между собой. Например, чтобы оценить по принятой шкале уровень скоростно-силовой подготовленности легкоатлета-спринтера на определенном этапе тренировки, необходимо подобрать и провести соответствующие тесты (прыжок в высоту с места, тройной прыжок и т. д.). В ходе тестов нужно осуществить с требуемой точностью измерение физических величин (высо-

ты и длины прыжка в метрах и сантиметрах). С этой целью могут быть использованы контактные или бесконтактные средства измерений.

Для одних видов спорта в основе комплексного контроля лежит измерение физических величин (в легкой атлетике, тяжелой атлетике, плавании и т. п.), для других – качественных показателей (в художественной гимнастике, фигурном катании и т. п.). В том и другом случае для обработки результатов измерений используется соответствующий математический аппарат, позволяющий сделать на основе проведенных измерений и оценок корректные выводы.

Спортивная метрология – молодая дисциплина, она переживает период быстрого становления и развития.

Следует различать спортивную метрологию как теоретическую дисциплину, как методический компонент спортивной педагогики и как учебную дисциплину. В рамках каждой из этих областей нужно рассматривать свойственный ей круг вопросов, решать соответствующие задачи, использовать адекватные методы и приемы.

Круг вопросов, подлежащих рассмотрению в спортивной метрологии как научной дисциплине, очень широк, поскольку физическое воспитание и спортивная подготовка опираются на ряд других научных и прикладных дисциплин: на теорию физического воспитания, теорию спорта, теории и методики видов спорта, педагогику, психологию, логику, эвристику, кибернетику, медицину, физиологию, биомеханику, теорию спортивных сооружений, математическую статистику. Помимо системной интеграции положений разных дисциплин, всегда связанной с появлением новых научных знаний и проблем, возникают и свои особые научные знания, которые нужно решать специфическими методами спортивной метрологии.

Спортивная метрология как прикладная дисциплина (т.е. как методический компонент спортивной педагогики) формируется в соответствии с теми требованиями практики физического (в большей степени телесного) воспитания и спорта, которые насущны для настоящего их состояния, для состояния теории и методики видов спорта, материально-технической обеспеченности и материальных возможностей, подготовленности преподавателей, тренеров, вспомогательного персонала. Задачи, решаемые в спортивно-метрологической практике:

- 1) обеспечение качества измерений,



- 2) обеспечение адекватного тестирования и педагогически целесообразного оценивания,
- 3) формирование адекватных различным ситуациям норм,
- 4) научное и методическое обеспечение контроля за подготовкой занимающихся и их отбора.

Учебная дисциплина «Спортивная метрология» должна:

- 1) отражать современное состояние, а значит, достижения спортивной метрологии как науки;
- 2) отражать потребности и реальные возможности физкультурно- спортивной практики в использовании тех или иных метрологических средств;
- 3) учитывать профессиональные и в некоторой степени непрофессиональные интересы занимающихся и их особенности применительно к освоению материала курса;
- 4) ориентироваться на объем в часах, выделенный в учебном плане на преподавание этой дисциплины, и материально-техническую обеспеченность процесса преподавания.

### **1.3 Системы единиц физических величин: международная система единиц (СИ), производные системы СИ**

Предметом познания являются объекты, свойства и явления окружающего мира. Например, таким объектом может служить окружающее нас пространство, а его свойством – протяженность, которая может характеризоваться различными способами.

Общепринятой характеристикой (мерой) пространственной протяженности служит длина. Однако протяженность реального физического пространства – сложное свойство, которое не может характеризоваться только длиной. Для полного описания пространства рассматривается его протяженность по нескольким направлениям (координатам) или используются еще такие меры, как угол, площадь, объем. Таким образом, пространство многомерно.

Любые события и явления в реальном мире не происходят мгновенно, а имеют некоторую длительность. Это свойство окружающего нас мира качественно отличается от пространственной протяженности. Его также можно характеризовать по-разному, но общепринятой мерой здесь является время.

Свойство тел сохранять в отсутствие внешних воздействий состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется инертностью. Мерой инертности служит масса.

Свойство тел, состоящее в том, что они, нагретые до некоторого состояния, качественно отличаются от предыдущего, могло бы характеризоваться средней скоростью теплового движения молекул, но распространение получила мера нагретости тел – термодинамическая температура.

Общепринятые или установленные законодательным путем характеристики (меры) различных свойств, общих в качественном отношении для многих физических объектов (физических систем, их состояний и происходящих в них процессов), но в количественном отношении индивидуальных для каждого из них, называются физическими величинами.

Кроме длины, времени, температуры, массы к физическим величинам относятся плоский и телесный угол, сила, давление, скорость, ускорение, электрическое напряжение, сила электрического тока, индуктивность, освещенность и многие другие. Все они определяют некоторые общие в качественном отношении физические свойства, количественные характеристики которых могут быть совершенно различными. Получение сведений об этих количественных характеристиках является задачей измерений.

Переход к количественным методам исследований на основе измерительной информации стал отличительной чертой нашего времени. Привычным стало измерение знаний учащихся, мастерства спортсменов и исполнителей художественных произведений, вдохновения, красоты, таланта и других свойств, общих в качественном, но индивидуальных в количественном отношении.

Между измеряемыми величинами существуют связи и зависимости, выражаемые математическими отношениями и формулами. В подобных зависимостях одни величины выступают как основные, а другие – как производные от них. Основные величины независимы друг от друга, но они могут служить основой для установления связей с другими физическими величинами, которые называют производными от них.

Основными принято называть единицы, величины которых определяют по специальным образцам – эталонам. Выбрав несколько основных единиц, вводят связанные с ними производные единицы

измерения. Производные единицы измерения могут быть получены из основных путем арифметических преобразований или формул. Так, единица измерения длины (метр – м) и единица измерения времени (секунда – с) – основные единицы, а единица измерения скорости (метр за секунду – м/с) – производная единица измерения.

Словом «величина» часто пытаются выразить размер данной конкретной физической величины. Говорят: величина давления, величина скорости, величина напряжения. Это неправильно, так как давление, скорость, напряжение в правильном понимании этих слов являются величинами, и говорить о величине величины нельзя.

Единица физической величины – физическая величина, которой по определению придано значение, равное единице. Можно сказать также, что единица физической величины – такое ее значение, которое принимают за основание для сравнения с ним физических величин того же рода при их количественной оценке.

Количественная оценка конкретной физической величины, выраженная в виде некоторого числа единиц данной величины, называется значением физической величины. Отвлеченное число, входящее в «значение» величины, называется числовым значением.

Первоначально единицы физических величин выбирались произвольно, без какой-либо связи друг с другом, что создавало большие трудности. Значительное число произвольных единиц одной и той же величины затрудняло сравнение результатов измерений, произведенных различными наблюдателями.

В каждой стране, а иногда даже в каждом городе создавались свои единицы. Перевод одних единиц в другие был очень сложен и приводил к существенному снижению точности результатов измерений.

Основой системы мер в древнерусской практике послужили древнеегипетские единицы измерений, а они, в свою очередь, были заимствованы в Древней Греции и Риме. Естественно, что каждая система мер отличалась своими особенностями, связанными не только с эпохой, но и с национальным менталитетом.

Наименования единиц и их размеры соответствовали возможности осуществления измерений «подручными» способами, не прибегая к специальным устройствам. Так, на Руси основными единицами длины были пядь и локоть, причем пядь служила основной древнерусской мерой длины и означала расстояние между концами большо-

го и указательного пальцев взрослого человека. Позднее, когда появилась другая единица – аршин, пядь ( $1/4$  аршина) постепенно вышла из употребления.

Мера «локоть» пришла к нам из Вавилона и означала расстояние от сгиба локтя до конца среднего пальца руки (иногда – сжатого кулака или большого пальца).

С XVIII века в России стали применяться дюйм, заимствованный из Англии (назывался он «палец»), и английский фут. Особыми русскими мерами были сажень, равная трем локтям (около 152 см), и косая сажень (около 248 см).

Пожалуй, каждый мальчишка знает размеры футбольных ворот: ширина 7,32 и длина 2,44 м. Странные цифры? Почему 7,32, а не ровно 7 или 7,5 м? А потому, что у родоначальников футбола – англичан – 7,32 м это ровно 24 фута, а 2,44 м – ровно 8 футов. Фут по-английски значит нога, ступня. Он равен 0,305 метра.

Указом Петра I русские меры длины были согласованы с английскими, и это по существу стало первой ступенью гармонизации российской метрологии с европейской.

По мере развития техники, а также международных связей трудности использования результатов измерений возрастали и тормозили дальнейший научно-технический прогресс. Положение осложнялось еще и тем, что соотношения между дольными и кратными единицами были необычайно разнообразны. Во второй половине XVIII века в Европе насчитывалось до сотни футов различной длины, около полу-сотни различных миль, свыше 120 различных фунтов.

Первая система мер была разработана в период Великой французской революции в конце XVIII века (в 1790 г.). Это известная всем метрическая, или десятичная, система мер. Большое значение введения в России метрической системы мер, принятой во Франции, подчеркнул Д.И.Менделеев, предсказав большую роль всеобщего распространения метрической системы как средства содействия «будущему желанному сближению народов»[19]. Отражая уровень знаний того времени, метрическая система мер включала в себя лишь единицы длины за которую был принят метр, веса – вес 1 см<sup>3</sup> химически чистой воды при температуре около +4°C – грамм (позже – килограмм). В 1799г. были изготовлены первые прототипы (эталон) метра и килограмма. Кроме этих двух единиц метрическая система в своем первоначальном варианте включала еще и единицы площади (ар –

площадь квадрата со стороной 10 м), объема (стер, равный объему куба с ребром 10 м), вместимости (литр, равный объему куба с ребром 0,1 м). Таким образом, в метрической системе еще не было четкого подразделения единиц величин на основные и производные. Понятие системы единиц как совокупности основных и производных впервые предложено немецким ученым К.Ф. Гауссом в 1832 г. По его методу построения систем единиц различных величин сначала устанавливают или выбирают произвольно несколько величин независимо друг от друга. Единицы этих величин называют основными, так как они являются основой построения системы единиц других величин. Единицы, выраженные через основные единицы, называют производными. Полная совокупность основных и производных единиц, установленных таким путем, и является системой единиц физических величин. В качестве основных в этой системе были приняты: единица длины – миллиметр, единица массы – миллиграмм, единица времени – секунда. Эту систему единиц назвали абсолютной.

Работы над совершенствованием системы мер продолжились. В 1881 г. была принята система единиц физических величин СГС, основными единицами которой были: сантиметр – единица длины, грамм – единица массы, секунда – единица времени. Производными единицами системы считались единица силы – килограмм-сила и единица работы – эрг. Неудобство системы СГС состояло в трудностях пересчета многих единиц в другие системы для определения их соотношения. В начале XX в. итальянский ученый Джорджи предложил еще одну систему единиц, получившую название МКСА (в русской транскрипции) и довольно широко распространившуюся в мире. Основные единицы этой системы: метр, килограмм, секунда, ампер (единица силы тока), а производные: единица силы – ньютон, единица энергии – джоуль, единица мощности – ватт. Были и другие предложения, что указывает на стремление к единству измерений в международном аспекте. В то же время даже сейчас некоторые страны не отошли от исторически сложившихся у них единиц измерения. Известно, что Великобритания, США, Канада основной единицей массы считают фунт, причем его размер в системе «британских имперских мер» и «старых винчестерских мер» различен.

Нарастала необходимость создания единой универсальной системы единиц, которая охватывала бы все отрасли науки и техники и была бы принята в международном масштабе.

Генеральная конференция по мерам и весам (ГКМВ) в 1954 г. определила шесть основных единиц физических величин для их использования в международных отношениях: метр, килограмм, секунда, ампер, градус Кельвина и свеча. XI «Генеральная конференция по мерам и весам» в 1960 г. утвердила международную систему единиц, обозначаемую SI (от начальных букв французского названия Systeme International d' Unites), на русском языке – СИ. В последующие годы генеральная конференция приняла ряд дополнений и изменений, в результате чего в системе стало семь основных единиц, дополнительные и производные единицы физических величин, а также разработала следующие определения основных единиц:

- единица длины – метр – длина пути, которую проходит свет в вакууме за  $1/299792458$  долю секунды;

- единица массы – килограмм – масса, равная массе международного прототипа килограмма;

- единица времени – секунда – продолжительность 9192631770 периодов излучения, которое соответствует переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 при отсутствии возмущения со стороны внешних полей;

- единица силы электрического тока – ампер – сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, создал бы между этими проводниками силу, равную  $2 \times 10^{-7}$  Н на каждый метр длины;

- единица термодинамической температуры – кельвин –  $1/273,16$  часть термодинамической температуры тройной точки йоды. Допускается также применение шкалы Цельсия;

- единица количества вещества – моль – количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в нуклиде углерода-12 массой 0,012 кг;

- единица силы света – кандела – сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой  $540 \times 10^{12}$  Гц, энергетическая сила которого в этом направлении составляет  $1/683$  Вт/ср. Приведенные определения довольно сложны и требуют достаточного уровня знаний, прежде всего в физике. Но они дают представление о природном, естественном происхождении принятых единиц, а толкование их усложнялось по мере

развития науки и благодарным высоким достижениям теоретической и практической физики, механики, математики и других фундаментальных областей знаний. Это дало возможность, с одной стороны, представить основные единицы как достоверные и точные, а с другой – как объяснимые и как бы понятные для всех стран мира, что является главным условием для того, чтобы система единиц стала международной. Международная система СИ считается наиболее совершенной и универсальной по сравнению с предшествовавшими ей. Кроме основных единиц в системе СИ есть дополнительные единицы для измерения плоского и телесного углов – радиан и стерadian соответственно, а также большое количество производных единиц пространства и времени, механических величин, электрических и магнитных величин, тепловых, световых и акустических величин, а также ионизирующих излучений. После принятия международной системы единиц ГКМВ практически все крупнейшие международные организации включили ее в свои рекомендации по метрологии и призвали все страны – члены этих организаций принять ее. В нашей стране система СИ официально была принята путем введения в 1963 году соответствующего государственного стандарта, причем следует учесть, что в то время все государственные стандарты имели силу закона и были строго обязательны для выполнения. На сегодняшний день система СИ действительно стала международной, но вместе с тем, применяются и внесистемные единицы, например, тонна, сутки, литр, гектар и др. Метрологи имеют дело с большим массивом, так называемых внесистемных единиц, и поэтому возникает необходимость в классификации этих «единиц». Существует несколько подходов к решению этого вопроса.

Совершенствование методов спортивных измерений всегда связано с изобретением новых единиц измерения. Так, точность измерения выносливости значительно повысилась с тех пор, как техника газового анализа стала общедоступной и аэробные возможности спортсмена начали оценивать величиной максимального потребления кислорода в пересчете на массу спортсмена (мл/кг/мин).

#### **1.4 Физические величины, подлежащие измерению в физической культуре и спорте**

Спортивная метрология – отрасль знаний, посвященная изуче-

нию методов и способов измерений физических величин в физической культуре и спорте.

В работах основоположников спортивной метрологии В.М. Зацюрского, М.А.Годика, В.В.Иванова и других для проведения спортивно-педагогических измерений предлагались основные и производные единицы измерений.

К основным относятся: сила – ньютон (Н); температура – градусы Цельсия (°С), частота – герц (Гц), давление – паскаль (Па), объем – 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×метр – Н×м); мощность – как работа в единицу времени (Н×м/с), скорость – как производная расстояния по времени(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 и т.д. В последнее время от них постепенно отказываются. Однако в некоторых учебниках по специализации, физиологии, биохимии экспериментальный материал представлен во внесистемных единицах, для перевода их в СИ можно использовать следующие отношения:

$$1 \text{ Н} = 0,102 \text{ кг (силы)};$$

$$1 \text{ Нм} = 1 \text{ Дж (джоуль)} = 0,102 \text{ кгм} = 0,000239 \text{ ккал.}$$

Один ньютон-метр слишком незначителен по величине, и поэтому работу спортсмена (или энергию, выделяемую при выполнении упражнений) чаще измеряют в килоджоулях:

$$1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Нм} = 0,239 \text{ ккал} = 102 \text{ кгм.}$$

Интенсивность (или мощность) упражнений измеряется в ваттах:  $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с} = 1 \text{ Н} \times \text{м/с} = 0,102 \text{ кгм/с.}$

$$\text{Соответственно } 1000 \text{ Вт} = 1 \text{ кВт} = 102 \text{ кгм/с.}$$

В практике спорта широкое распространение получил такой показатель, как энерготраты (в ккал) при выполнении упражнений в единицу времени (мин):

$1 \text{ ккал/мин} = 69,767 \text{ Вт} = 426,85 \text{ кгм/мин} = 4,186 \text{ кДж/мин.}$  Используется и такая единица, как МЕТ (метаболический эквивалент).

Он равен:



1 МЕТ = 0,0175 ккал/кг = 0,0732 кДж/кг.

Довольно часто, оценивая интенсивность упражнения, отмечают, что оно выполняется при потреблении кислорода на уровне, предположим, 4 л/мин. Необходимо запомнить, что при потреблении 1 л O<sub>2</sub> выделяется 5,05 ккал энергии и совершается работа, равная 21,237 кДж. Следовательно, при выполнении этого упражнения будет затрачиваться 20,2 ккал/мин, что соответствует работе в 84,95 кДж.

В своей работе С.В. Начинская предлагает современную модернизированную систему единиц измерения, которая представлена основными и производственными.

Основные единицы измерений в спортивной метрологии:

- длина – метр (м), сантиметр (см), миллиметр (мм);
- масса – килограмм (кг), грамм (г), миллиграмм (мг); время, период – секунда (с), минута (мин), час (ч); сила электрического тока – ампер (А);
- температура – Кельвин (К), градус Цельсия (°С). Производные единицы измерений в спортивной метрологии: сила – ньютон ( $1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \times \text{м/с}^2$ );
- скорость – метр в секунду (м/с); объем – литр (л); угол поворота – градус угловой (... °), радиан (рад); темп (частота) – движений в секунду ( $\text{с}^{-1}$ ); ускорение – метр на секунду в квадрате ( $\text{м/с}^2$ );
- момент инерции – килограмм-метр в квадрате ( $\text{кг} \times \text{м}^2$ ); момент силы – ньютон-метр ( $\text{Н} \times \text{м}$ );
- импульс силы – ньютон-секунда ( $\text{Н} \times \text{с}$ ); мощность – ватт (Вт).

Основные и производные функциональные показатели всех систем организма в спортивной метрологии:

- кинетическая энергия – Дж; потенциальная энергия – Дж;
- скорость потребления кислорода – мл/мин;
- метаболический эквивалент (МЕТ) – количество кислорода, потребляемого в 1 мин на 1 кг массы тела;
- частота сердечных сокращений (ЧСС) – уд./мин; легочная вентиляция (ЛВ) – л/мин;
- лактат в крови – мг %, ммоль/кг, ммоль/л; анаэробная мощность – ккал/мин;
- максимальное потребление кислорода (МПК) – л/мин; мощность работы – ккал/мин;

- концентрация глюкозы в крови – мг %; максимальная аэробная мощность – % МПК; максимальный кислородный долг – мл/кг; жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – л; легочная вентиляция – л/мин;
- парциальное напряжение  $O_2$  в артериальной крови – мм рт.ст.; порог анаэробного обмена (ПАНО) – % от МПК; максимальный сердечный выброс – л/мин;
- общий объем сердца –  $см^3$ ; относительный объем сердца –  $см^3/кг$ ;
- скорость потребления кислорода – л/мин; мощность фосфатной системы – Вт/с;
- емкость анаэробной системы – кал/кг.

Если рассматривается соотношение абсолютных величин, то показатель становится относительным, например: сердечный выброс спортсмена – А (л/мин), максимальный сердечный выброс – В (л/мин), отношение этих величин представляет собой безразмерную величину

$$k = \frac{A}{B}.$$

Кроме того, в практике физического воспитания и спорта широко распространен подсчет каких-либо действий спортсмена: количество элементов защиты и нападения, количество повторений определенных упражнений и т.д.

Представленные выше единицы измерений составляют основу для количественных исследований в физическом воспитании и спорте. Исходные данные, выраженные в этих единицах, используются для практических измерений, которые осуществляются с помощью специальных приборов и устройств – средств измерений.

### **1.5 Управление спортивной тренировкой на основе данных метрологии**

В большом энциклопедическом словаре, управление, в самом общем виде рассматривается как элемент, функция организационных систем различной природы (биологических, социальных, технических), обеспечивающих сохранение их определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализации их программ.

В исследовании сложных динамических систем и присущих им процессов управления наиболее общее понятие управления выработано кибернетикой, несмотря на то, что вообще, понятие «управление» в целом

ряде наук, особенно в биологии, социологии и технике, сформировалось задолго до ее появления. Однако неопределимое значение кибернетики состоит в том, что она раскрыла общие черты, закономерности, присущие управленческим процессам во всех известных типах самоуправляемых систем.

Феномен управления долгое время считался исключительно общественным явлением, результатом сознательной деятельности человека. Исследования, выполненные при создании сложных технических систем на рубеже 40-50-х годов XX века, а также успехи, достигнутые в биологических науках, позволили приблизиться к более глубокому пониманию сущности феномена управления, существенному расширению видимой сферы действия управленческих процессов.

Управлением в науке называется перевод какой-либо системы в желаемое состояние.

Процесс управления в своей сущности представляет собой антипод процесса дезорганизации, так как позволяет стабилизировать систему, сохранить ее динамическое равновесие со средой и обеспечить достижение того или иного полезного эффекта. Управление сложными динамическими системами, поддержание их подвижного равновесия осложняется тем обстоятельством, что функционирование подобного рода систем осуществляется в условиях непрерывных изменений внутренней и внешней среды. Тогда задача управления состоит в том, чтобы возможно эффективнее отвечать на данные перемены, ассимилировать или, по крайней мере, реализовать возмущающие воздействия на систему, что обеспечивается своеобразной перестройкой ее структуры соответственно изменившимся условиям.

Как отмечает И.Б. Новик (1963, с 25): «В самом общем виде управление может быть определено как упорядочивание системы, т. е. приведение ее в соответствие с определенной объективной закономерностью, действующей в данной среде».

Другими словами, процесс управления есть не что иное, как упорядочивание системы. Так как одной из ключевых задач управ-

ления является сохранение качественной определенности системы посредством ее перевода из одного состояния в другое, то упорядочивающее воздействие приводит систему в соответствие с присутствующими ей объективными закономерностями и тенденциями, характеризующими ее качественную определенность.

Под «системой» в системном подходе подразумевается упорядоченная совокупность элементов, взаимосвязанных друг с другом таким образом, что они образуют некоторое интегральное целое, не сводимое к частям. Это понятие в рамках системного подхода считается наиболее емким по отношению к целому ряду других понятий, в частности таких, как «элементы», их «связи», «структура», «организация» и «управление». Примерами систем являются: сердечно-сосудистая система человека, организм спортсмена, система «спортсмен – тренер», спортивный клуб и т.п. В любой системе различают так называемые стороны. В вещественной системе 3 стороны: состав, структура и функция; в функциональной системе 2 стороны: состав и структура. Состав системы – все включенные в нее элементы, структура – содержательная схема взаимосвязей элементов и их функциональных объединений, называемых подсистемами. Связь между элементами каждой из подсистем (внутри нее) сильнее связи между подсистемами.

Проиллюстрировать состояние системы по В.М. Зациорскому можно графически в виде точки в системе координат. Например, известно, что для прыгунов в длину большое значение имеет максимальная скорость разбега и прыгучесть (способность сообщить своему телу большую скорость при отталкивании). Если отложить на графике (рисунок 1) показатели скорости разбега и результаты в прыжках с места, то получим наглядное изображение состояния спортсмена (на плоскости).

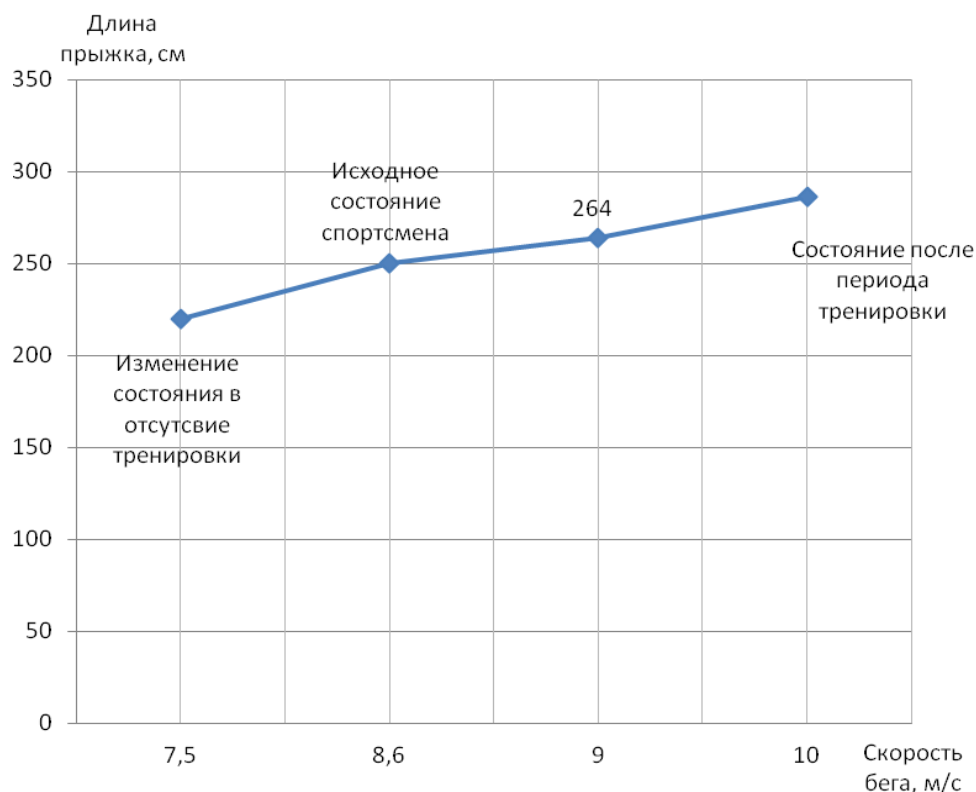


Рисунок 1 – Графическое изображение состояния спортсмена. Состояние характеризуется двумя показателями: максимальной скоростью бега и результатами в прыжках в длину с места

Точка, отражающая на графике состояние системы, называется репрезентативной. Если бы мы измерили у спортсменов еще какой-либо третий показатель (например, результаты в приседании со штангой). То пришлось бы строить трехмерный (стереометрический) график, изображая некоторое пространство. Пространство, в котором изображаются переменные системы, называется пространством состояний этой системы. Эта терминология сохраняется и тогда, когда число переменных систем больше трех и непосредственно построить график нельзя. В этом случае также говорят, что состояние системы характеризуется положением ее репрезентативной точки в пространстве состояний.

С течением времени состояние системы меняется. Соответственно меняется и положение репрезентативной точки в пространстве состояний. Так, если спортсмен по какой-либо причине перестанет тренироваться, то его состояние также может измениться. Чтобы состояние системы изменилось желаемым образом, на нее надо оказать некоторое воздействие. Это воздействие и называется управле-

нием.

Управляемая система состоит минимум из двух частей: управляемого и управляющего объектов (рисунок 2).

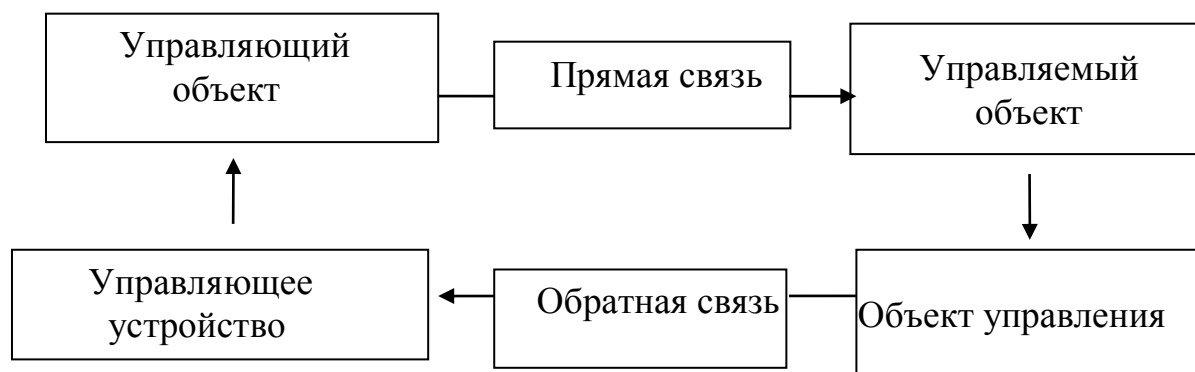


Рисунок 2 – Управляемая система и ее связи

В организме человека, например, управление осуществляется центральной нервной системой, а в роли управляемого объекта может выступать любой орган или система организма. Управляемый и управляющий объекты всегда соединены связями. Прямой называется связь, идущая от управляющего объекта к объекту управления, а обратной – связь, идущая от объекта управления к управляющему устройству или органу.

Например, прямые связи в теле человека – это сигналы, идущие от центральной нервной системы к периферическим органам (эфферентная импульсация), а обратные связи – сигналы, идущие от периферических рецепторов в центральную нервную систему (афферентная импульсация). В системе управления спортивными коллективами примером прямых связей могут быть приказы и распоряжения руководства, а примером обратных связей – сведения, поступающие к руководству о положении дел в различных подразделениях коллектива.

Успешное управление сложными системами возможно лишь при наличии обратных связей. Они позволяют определить состояние объекта управления, в частности сравнить действительное состояние объекта с должным (запрограммированным).

Различие между действительными значениями существенных переменных системы и должными называется рассогласованием. Например, если тренер запланировал, что в сентябре его ученик должен присесть со штангой 120 кг на плечах, а в действительности он может присесть с весом только 100 кг, то рассогласование

составляет  $120 - 100 = 20$  кг. При рассогласовании в управление вносят необходимые изменения. Их называют коррекциями (от английского correction – исправление, поправка).

Сбор информации о состоянии объекта управления и сравнение его действительного состояния с должным называются контролем. Обратные связи в системе управления обеспечивают контроль над управляемым объектом.

То, что разные системы управления могут иметь сходную структуру, позволяет создать единую теорию управления. Единство законов управления в самых различных системах было впервые подмечено Норбертом Винером (1894-1964), которого считают отцом кибернетики, и послужило основанием для создания новой науки. Многие идеи, лежащие в основе кибернетики, были впервые высказаны учеными нашей страны: А.Н. Колмогоровым, П.К. Анохиным, Н.А. Бернштейном.

Управление тренировочным процессом – система воздействий на спортсмена с целью перевода его с одного (исходного) уровня спортивной подготовленности на некоторый заданный другой уровень для достижения намеченных спортивных результатов. Управление тренировочным процессом всегда базируется на некоторых принятых человеком, осуществляющим управление (субъектом управления), специальных конкретных принципах, концепциях, методах, правилах, но корректируется («подправляется») в соответствии со складывающимися реальными условиями и самим ходом управления. Управление в спортивной тренировке осуществляется целевым подбором и дозированной реализацией воздействий на спортсменов. Эффективность управления определяется уровнем достигнутых целевых сдвигов применительно к затраченным времени, силам, материальным расходам.

В каждый момент времени человек находится в определенном физическом состоянии. Физическое состояние определяют как минимум:

- здоровье, т.е. а) соответствие показателей жизнедеятельности норме; б) степень устойчивости организма к неблагоприятным внешним воздействиям;
- телосложение;
- состояние физиологических функций, в частности двигательной функции, а именно: а) возможности выполнять определен-

ный круг движений (т.е. техническая подготовленность); б) уровень двигательных (физических) качеств.

В зависимости от длительности промежутка, необходимого для перехода из одного состояния в другое выделяют:

Этапные (перманентные) состояния, сохраняющиеся относительно долго – недели, месяцы, например, состояние спортивной формы.

Текущие состояния, которые изменяются под влиянием одного или нескольких занятий, например, последствие участия в соревнованиях или выполненной на одном из занятий тренировочной работы затягивается на несколько дней (спортсмены отмечают явления неблагоприятного характера – мышечные боли или позитивного – состояние повышенной работоспособности). Данное состояние спортсмена определяет характер ближайших тренировочных занятий и величину нагрузок в них.

Оперативное состояние, изменяющиеся под влиянием однократного выполнения физических упражнений. Являются крайне переходящими, например, утомление вызванное однократным пробеганием дистанции, временное повышение работоспособности после выполнения разминки. Данное состояние изменяется в ходе тренировки и должно учитываться при планировании интервалов отдыха между подходами, повторными забегами, при решении вопроса о целесообразности дополнительной разминки.

В соответствии с названными состояниями спортсменов выделяют три формы контроля:

Этапный, цель – оценить этапное состояние спортсмена;

Текущий, основная задача – определить повседневные (текущие) колебания в состоянии спортсмена;

Оперативный, цель – экспресс оценка состояния спортсмена в данный момент.

То физическое состояние, которого стихийно достигает человек под влиянием условий жизни, обычно далеко от желаемого. Поэтому физическим состоянием человека надо управлять, изменяя его в нужном направлении. Этому служит физическое воспитание с помощью специальных средств (преимущественно физических упражнений). Пример: физическое состояние человека, впервые пришедшего в спортивную секцию, характеризуется невысокими показателями, скажем, силы или гибкости. Построив тренировочный процесс соот-



ветствующим образом, можно повысить уровень либо одного из названных качеств, либо обоих вместе, т.е. можно управлять состоянием этого человека. В спортивной тренировке цель такого управления – стойкое улучшение физического состояния, выражающееся в повышении спортивных результатов.

Сложность управления в спортивной тренировке заключается в том, что мы не можем непосредственно управлять изменением спортивных результатов. Например, мы не в состоянии каким-либо прямым способом повысить у спортсмена силу или выносливость. Это можно сделать только опосредствованно. Фактически тренер управляет лишь действиями (или, как иначе говорят, поведением) спортсмена: он задает ему определенную программу упражнений (тренировочную нагрузку) и добивается ее правильного выполнения, в частности правильной техники движений.

Те изменения в организме, которые наступают во время выполнения физических упражнений и сразу после их завершения, называются срочным тренировочным эффектом. Из-за наступающего утомления он обычно связан со снижением работоспособности и спортивных результатов. Те изменения в организме, которые происходят в результате суммирования следов многих тренировочных занятий, называются кумулятивным тренировочным эффектом (от лат. «кумул» – куча). При правильно построенном процессе тренировки этот эффект выражается в повышении работоспособности и спортивных результатов.

Таким образом, в спортивной тренировке имеется следующая последовательность причин и следствий:  
действия спортсмена (поведение) → срочный эффект → кумулятивный эффект.

Воздействуя на начальное звено этой цепи (поведение), мы хотим добиться желаемого результата в конечном (кумулятивном) эффекте.

Пример: желая развить у бегуна выносливость, тренер предлагает ему пробежать, скажем, 6 раз по 300 м с определенными скоростью и интервалами отдыха, т.е. он управляет поведением спортсмена. В результате выполнения этой нагрузки в организме спортсмена произойдут некоторые физиологические сдвиги – срочный тренировочный эффект. При систематических занятиях накопление их следов

приведет к кумулятивному тренировочному эффекту – росту выносливости бегуна.

Как указывает В.М. Зациорский, приведенная схема весьма упрощена и ее следует уточнить.

Поведением спортсмена управляет не тренер, а сам спортсмен. Тренер дает ему указания, которые он может выполнить, а может и не выполнить (не хочет или не может). Допустим, спортсмен стремится выполнить все указания тренера. Тогда начальная часть схемы управления будет выглядеть так:

Тренер → спортсмен → поведение.

Специфика управления в спортивной тренировке заключается в том, что мы пытаемся воздействовать на самоуправляемую систему (организм спортсмена). Реакции этой системы определяются ее собственными законами, нам во многом неизвестными. Поэтому, хотя наличие причинных связей в цепочке: поведение срочный эффект кумулятивный эффект бесспорно, в наших силах лишь косвенно влиять на каждое из этих звеньев. При этом из-за очень больших индивидуальных и временных различий в состоянии спортсменов мы не можем быть уверены в том, что, применяя одно и то же воздействие, получим одну и ту же ответную реакцию. Одинаковая тренировочная нагрузка может вызвать разный тренировочный эффект. Поэтому актуален вопрос об обратных связях (контроле).

Чтобы управлять тренировочным процессом не «вслепую», нужно получать информацию о ходе и результатах выполнения тренировочных и соревновательных упражнений, о состоянии спортсмена, об окружающих условиях. Это информация обратной связи.

Если ограничиться лишь обратными связями, идущими к тренеру, можно выделить четыре различных типа связей, соответствующих четырем различным направлениям в педагогическом контроле:

1) сведения, получаемые от спортсмена (о самочувствии, отношении к происходящему, настроении и т.п.);

2) сведения о поведении спортсмена (какие тренировочные задания выполнены, как это сделано, ошибки в технике и т.п.);

3) данные о срочном тренировочном эффекте (величина и характер тренировочных сдвигов под влиянием однократной физической нагрузки);

4) сведения о кумулятивном тренировочном эффекте (изменения в подготовленности спортсменов).

3).  
3). Схема управления приобретает тогда следующий вид (рисунок 3).

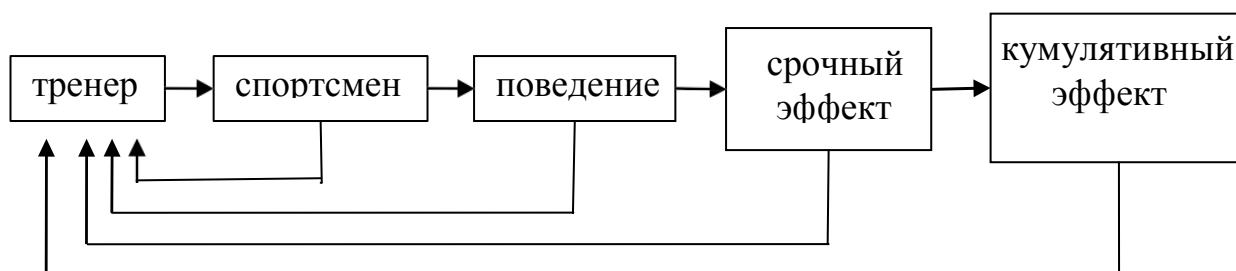


Рисунок – 3 Схема управления спортивной тренировкой

Следует иметь в виду, что эта схема отражает лишь принципиальную сторону вопроса. Контроль за спортивной подготовкой – активное добывание, хранение, анализ и оценивание такой информации, которая позволяет обоснованно судить об организации, материально-техническом обеспечении, медицинской, научной, воспитательной сторонах, ходе и результатах подготовки спортсмена (спортсменов).

Контроль различают: а) оперативный (за сиюминутным ходом и результатами подготовки – в рамках одного тренировочного занятия, в крайнем случае – одного дня); б) текущий (относится к микро- и мезоциклам тренировочного процесса); в) этапный – за результатами (только результатами) целого этапа подготовки (за полгода, год, 4 года – в зависимости от определения продолжительности намеченного этапа того или иного иерархического уровня).

Для того чтобы спортивная тренировка стала действительно управляемым процессом, необходимо, чтобы тренер принимал решения с учетом результатов объективных измерений. Тренировка, построенная с учетом только самочувствия спортсмена и интуиции тренера, не может дать хороших результатов в современном спорте (впрочем, не менее опасна и противоположная ошибка: неучет самочувствия спортсмена; только гармоничное сочетание объективных и субъективных показателей может обеспечить успех).

Различают виды контроля и по другому признаку – в соответствии с делением подготовки на так называемые ее стороны:

- а) за физической (функциональной), б) технической,
- в) тактической,
- г) психологической,

д) теоретической подготовленностью и подготовкой. Различают также контроль:

- а) за нагрузками,
- б) за восстановлением после физических нагрузок, болезней, травм (физическая, медицинская реабилитация),
- в) за питанием,
- г) за режимом дня,
- д) за психологическим состоянием и его обеспечением.

Контроль бывает визуальным и инструментальным, количественным и качественным.

Как отмечал В.М. Зациорский, контроль начинается с измерения, но не исчерпывается им. Нужно еще знать, что измерять, уметь выбирать наиболее информативные (существенные) показатели. Нужно уметь математически грамотно обрабатывать результаты наблюдений. Необходимо владеть методами контроля.

В практической деятельности каждому тренеру приходится составлять три разновидности планов:

- 1) план для проведения тренировочного занятия;
- 2) план микроцикла (в спортивных играх – межигрового цикла);
- 3) план (программу) подготовки на этап, период.

Необходимость этих трех документов планирования обуславливается целью тренировки, т.е. воздействием на состояние спортсмена. В результате такого воздействия состояние изменяется.

Практический опыт и результаты научных исследований показывают, что состояние не является единым понятием. Различают три типа состояний: устойчивое (этапное, перманентное), текущее и оперативное.

1. Устойчивое (этапное) состояние можно поддерживать относительно долго: недели или даже месяцы. Комплексная характеристика этапного состояния спортсмена, отражающая его возможности к демонстрации спортивных достижений, называется подготовленностью, а состояние оптимальной (наилучшей для данного момента тренировки) подготовленности – спортивной формой. Очевидно, что в течение одного или нескольких дней нельзя достигнуть состояния спортивной формы или утратить его. Этапное состояние является следствием многих тренировочных занятий, воздействия которых постепенно суммируются. Поэтому справедливо утверждение, что в ос-

нове этапных состояний лежит кумулятивный тренировочный эффект (КТЭ).

2. Текущее состояние характеризуется повседневными колебаниями уровня подготовленности (этапного состояния) спортсменов. Нагрузка любого из занятий повышает или снижает этот уровень. Но обычно такие изменения устраняются в интервалах отдыха между занятиями. В их основе лежит отставленный тренировочный эффект (ОТЭ). Текущее состояние спортсмена определяет нагрузку тренировочных занятий в микроцикле тренировки.

Частный случай текущего состояния, характеризующийся возможностью показать в ближайшие дни в соревновательном упражнении результат, близкий к максимальному, называется текущей готовностью.

3. Оперативное состояние спортсмена возникает в момент выполнения упражнения (или сразу же после его окончания). Оно неустойчиво и быстро изменяется после отдыха между повторениями упражнения или снижения нагрузки в нем. Оперативное состояние изменяется в ходе тренировочного занятия. Этими изменениями тренер может управлять, если будет правильно планировать длительность и интенсивность упражнений, интервалы отдыха, число повторений. Готовность показать в соревновательном упражнении результат, близкий к максимальному, называется оперативной.

Содержание и организация комплексного контроля каждого состояния неодинаковы. Как отмечалось выше, различают этапный, текущий и оперативный контроль.

Цель этапного контроля – получить информацию, на основании которой можно составить планы подготовки на период, этап или какой-то другой относительно длительный срок.

Этапный контроль предполагает регистрацию достижений в соревнованиях и тестах (или только в тестах) в начале и конце очередного этапа подготовки.

Применяемые тесты (или батареи тестов) условно можно разделить на два блока: первый применяется для оценки здоровья и физической работоспособности (часто тесты общие для многих видов спорта); второй – специфические тесты, структура которых должна соответствовать структуре соревновательного упражнения.

Анализ результатов контроля проводится на основании оценки зависимости между приростами достижений в соревновательных уп-

ражнении и тестах, с одной стороны, и частными объемами нагрузок за этап – с другой. Для этого частные объемы специализированных и неспециализированных упражнений, также упражнений разной направленности сопоставляются с показателями кумулятивного тренировочного эффекта. В процессе сопоставления выявляются зоны нагрузок и упражнений, применение которых привело к увеличению спортивных результатов, показателей работоспособности и т.п.

При организации этапного контроля следует на всех этапах подготовки использовать одни и те же тесты (такие тесты называются сквозными). В этом случае можно получить динамику показателей и проанализировать ее. Но в некоторых случаях целесообразно дополнять эту батарею другими тестами. По их результатам проверяют решение специфических задач этапа. Например, если в ходе его проводилась концентрированная силовая подготовка, в программу контроля нужно включить специализированные силовые тесты.

Основная задача текущего контроля – сбор и анализ информации, необходимой для планирования нагрузок или их коррекции в микроциклах тренировки. Из результатов научных исследований и практического опыта известно, какой должна быть структура нагрузок микроцикла в том или ином виде спорта. Исходя из этого тренер составляет план тренировок, предполагая, что выполнение заданий приведет к нужному тренировочному эффекту. Это должен подтвердить или опровергнуть текущий контроль. Если его результаты показывают, что реальные ОТЭ соответствуют запланированным, то можно и дальше выполнять запланированную на последующие дни работу. В случае несоответствия необходима коррекция нагрузок.

Эффективность такого регулирования проявляется в приближении реальных результатов тренировки к должным. Кроме того, у тренера постепенно накапливается информация о том, к каким последствиям приводят разные схемы нормирования нагрузок в микроциклах. Он систематизирует ее и в дальнейшем более обоснованно распределяет объем и содержание нагрузок по дням микроцикла. Главным в таком подходе является выбор метрологически корректных тестов текущего контроля. Информативность их определяется на основе сопоставления ежедневной динамики результатов в тестах со следующими критериями:

- достижениями в комплексе тестов;
- показателями выполняемой тренировочной нагрузки.

Основная задача оперативного контроля – экспресс-оценка состояния, в котором находится спортсмен в момент выполнения или сразу по окончании упражнения (серии упражнений, занятия). В содержание этой разновидности контроля входит также срочная оценка техники упражнений и тактики.

Оперативный контроль является наиболее важным, так как по его результатам судят о соответствии реального срочного тренировочного эффекта (СТЭ) запланированному.

Анализ показывает, что в оперативном контроле и планировании можно условно выделить три этапа. На первом основное внимание уделяется тому, что должен выполнить спортсмен на тренировочном занятии. Поэтому в планах-конспектах подробно записываются упражнения, способы их выполнения, дозировка и т.п. Должный тренировочный эффект работы не указывается, но лучшие наши тренеры, конечно, предполагают, что если спортсмен полностью выполнит задание, то это приведет к необходимому достижению.

Второй этап характерен тем, что наряду с описанием методики выполнения упражнений в конспектах появляются указания о должных нормах тренировочных эффектов. Например, спортсмен должен не просто пробежать 6 раз по 400 м, но сделать это так, чтобы частота сердечных сокращений во время бега не опускалась ниже 180 уд/мин, а следующее повторение начинать при уменьшении ее значений до 120 уд/мин.

Ускорение научно-технического прогресса в спорте сказалось, прежде всего, на повышении эффективности оперативного контроля и планирования нагрузок. Тренировочный процесс все более становится процессом управления срочными тренировочными эффектами. Этим и отличается третий этап развития методики оперативного контроля и планирования. Вначале планируются должные тренировочные эффекты, а затем подбираются тренировочные средства и методы, которые позволяют достичь их. В связи с этим к тестам и методике оперативного контроля, которые должны подтверждать достижения запланированных СТЭ, предъявляются очень жесткие требования. Если условия позволяют, то контроль осуществляется непосредственно по ходу выполнения упражнения. Если нет – то сразу же по его окончании.

Информативность тестов оперативного контроля определяется тем, насколько они чувствительны к выполняемой нагрузке. Этому

требованию в наибольшей степени удовлетворяют биомеханические, физиологические и биохимические показатели. Величина информативности тестов оперативного контроля определяется значением коэффициента корреляции, рассчитанного между изменениями критерия и изменениями в тесте.

Надежность тестов оперативного контроля зависит, прежде всего:

- от точности воспроизведения величины нагрузки в повторных попытках;
- от неизменности подготовленности спортсменов на разных этапах тестирования.

На важность метрологических основ комплексного контроля в физическом воспитании и спорте указывал и М.А. Годик.

Обоснованность содержания программ и планов учебно-тренировочной работы в значительной степени зависит от полноты и достоверности информации, использованной при их подготовке. Эту информацию собирают в процессе комплексного контроля специалисты разного профиля (педагоги, психологи, врачи, биомеханики, биохимики и др.).

Цель комплексного контроля – всесторонняя проверка уровня подготовленности спортсмена (физкультурника), проводимая во время этапных или углубленных комплексных обследований, регистрация показателей физического и психического состояния, уровня технико- тактического мастерства, особенностей соревновательной деятельности.

Число измеряемых показателей может быть весьма значительным (сто и более). С одной стороны, такую ситуацию можно считать благоприятной: наличие большого числа тестов повышает объем, достоверность и надежность информации о спортсмене. С другой стороны, это связано с длительным и трудоемким тестированием и со значительными сложностями при анализе полученных результатов. В спортивной практике, когда обследуются десятки спортсменов, эти трудности преодолимы, но при обследовании большого числа разнообразных тестов становится непреодолимым препятствием. В связи с этим программа комплексного контроля должна создаваться с учетом: 1) необходимости всесторонней оценки подготовленности человека и 2) наличия такого минимума тестов, который позволил бы получить достаточную информацию.



Выбор показателей комплексного контроля зависит от цели тестирования; она же определяет критерии, с помощью которых проверяется надежность и информативность батареи тестов. В спортивной практике (особенно для высококвалифицированных спортсменов) в качестве критериев используют результаты соревнований, а также показатели, характеризующие особенности соревновательной деятельности в конкретном виде спорта. Поэтому программы комплексного контроля в разных видах спорта неодинаковы. Таким образом, специфика соревновательной деятельности накладывает ограничения на число и содержание показателей, которые должны характеризовать подготовленность спортсменов.

Создание программы комплексного контроля для спортивной практики включает в себя следующие этапы: 1) логический анализ соревновательной деятельности с выявлением факторов, обуславливающих ее эффективность;

2) подбор тестов, позволяющих оценить эти факторы; 3) разработку методики тестирования; 4) контрольное тестирование; 5) математико-статистический анализ результатов тестирования с выявлением надежных и информативных тестов; 6) составление батареи тестов с разработкой нормативов по каждому из них.

В батарею тестов комплексного контроля подготовленности спортсменов должны входить информативные показатели состояния здоровья, телосложения, степени развития волевых и двигательных качеств, технико-тактического мастерства (таблица 1).

Результаты комплексного контроля оцениваются либо с помощью выведения итоговой оценки (простой или взвешенной), либо на основе метода профилей.

Таким образом, спортивная метрология создает основу для единого подхода к контролю в процессе обучения школьников, подготовки спортсменов.

Таблица 1 – Примерные показатели комплексного контроля

Сторона подготовленности, подлежащая контролю	Возможные показатели
Здоровье	Результаты медицинских обследований, подверженность простудным заболеваниям, самочувствие

Телосложение	Длина и масса тела; относительные массы мышечного, жирового и костного компонентов; длины, объемы и массы сегментов тела
Двигательные качества	Время реакции; быстрота стартового разгона; время достижения максимальных значений силы и скорости; предельное время работы заданной интенсивности; подвижность в суставах
Техническое мастерство	Объем, разносторонность, рациональность, эффективность, стабильность и устойчивость техники
Тактическое мастерство	Объем, разносторонность и рациональность тактических действий
Волевые качества	Различия в спортивных результатах, показанных на соревнованиях с большой и малой ответственностью или в опасных и неопасных условиях

Комплексным можно назвать контроль, в ходе которого регистрируются различные показатели соревновательной, тренировочной деятельности, а также состояние спортсмена, учащегося в процессе физического воспитания в школе.

Только в этом случае, возможно, сопоставить их значения, установить причинно-следственные связи между нагрузками и результатами в соревнованиях и тестах.

После сопоставления и анализа приступают к разработке программ и планов подготовки.

В физическом воспитании школьников комплексный контроль может использоваться в таком виде:

- предварительный – состояние школьников в начале учебного года;
- текущий – состояние в течение урока (оценки на уроке);
- этапный – изменения, произошедшие за четверть, полугодие;
- итоговый контроль – оценка физкультурного образования, физической подготовленности, функционального состояния и его сравнение с предварительным, выведение комплексной (интегральной) оценки.

Во всех случаях контроля для суждения о состоянии спортсмена или школьника используют какие-либо измерения, испытания или тесты. Построение и выбор их должны удовлетворять определенным

требованиям, которые рассматриваются в теории тестов. После того как тестирование проведено, его результаты необходимо оценить. Анализ различных способов оценки дается в теории оценок.

## 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ В СПОРТЕ

### 2.1 Метрологические требования к тестам: стандартность, надежность, информативность

В ходе спортивной подготовки проводят измерения различных сторон подготовленности спортсменов. Измерения должны проводиться систематически, что даст возможность сравнивать значения показателей на разных этапах тренировки и в зависимости от динамики приростов в тестах нормировать нагрузку.

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

Рассмотрим пример, характеризующий важность указанной зависимости М.А. Годиком. Предположим, в начале подготовительного периода провели обследование бегунов на средние и длинные дистанции. Физическую работоспособность спортсменов определяли в велоэргометрическом тесте, задавая нагрузку ступенчато возрастающей мощности. Установили, что МПК в это момент оказалось равным  $65 \pm 5$  мл/кг·мин.

Известно, что 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 определили, 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 провели не на велоэргометре, а на тредбане 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 педализацией) весьма значительна вертикальная работа, причем, чем больше масса спортсмена, тем больше эта работа. Поэтому, вероятно, и МПК оказалось большим.

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 тартановой 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 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.

Описание методики выполнения любого теста должно учитывать все эти требования.

Одним из важных условий подбора добротных тестов является их надежность.

Надежностью теста называется степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей (или других объектов) в одинаковых условиях.

Известно, что даже при самой строгой стандартизации и точной аппаратуре результаты тестирования всегда несколько варьируют.

Вариацию результатов при повторных измерениях называют внутрииндивидуальной, внутригрупповой или внутриклассовой. Основными причинами такой вариации результатов тестирования, кото-

рая искажает оценку истинного состояния подготовленности спортсмена, то есть вносит определенную ошибку или погрешность в эту оценку, являются следующие обстоятельства:

1. случайные изменения состояния испытуемых в процессе тестирования (психологический стресс, привыкание, утомление, изменение мотивации к выполнению теста, изменение концентрации внимания, нестабильность исходной позы и других условий процедуры измерений при тестировании);

2. неконтролируемые изменения внешних условий (температура, влажность, ветер, солнечная радиация, присутствие посторонних лиц и т. п.);

3. нестабильность метрологических характеристик технических средств измерения (ТСИ), используемых при тестировании. Нестабильность может быть вызвана несколькими причинами, обусловленными несовершенством применяемых ТСИ: погрешностью результатов измерения из-за изменений напряжения сети, нестабильностью характеристик электронных измерительных приборов и датчиков при изменениях температуры, влажности, наличием электромагнитных помех и т. п. Следует отметить, что по этой причине погрешности измерений могут составлять значительные величины;

4. изменения состояния экспериментатора (оператора, тренера, педагога, судьи), осуществляющего или оценивающего результаты тестирования, и замена одного экспериментатора другим;

5. несовершенство теста для оценки данного качества или конкретного показателя подготовленности.

Чтобы разобраться в идее методов, используемых для суждения о надежности тестов, рассмотрим упрощенный пример, предложенный В.М. Зациорским. Предположим, что необходимо сравнить результаты прыжков в длину с места у двух спортсменов по двум выполненным попыткам. Допустим, что результаты каждого из спортсменов варьируют в пределах  $\pm 10$  см от средней величины и равны соответственно  $230 \pm 10$  см (т.е. 220 и 240 см) и  $280 \pm 10$  см (т.е. 270 и 290 см). В таком случае вывод будет однозначным: второй спортсмен превосходит первого (различия между средними в 50 см явно выше случайных колебаний в  $\pm 10$  см). Если же при той же самой внутригрупповой вариации ( $\pm 10$  см) различие между средними значениями исследуемых (межгрупповая вариация) будут маленькими, то сделать вывод будет гораздо труднее. Допустим, что средние значения будут

примерно равны 220 см (в одной попытке – 210, в другой – 230 см) и 222 см (212 и 232 см). При этом первый исследуемый в первой попытке прыгает на 230 см, а второй – только на 212 см; и создается впечатление, что первый существенно сильнее второго. Из этого примера видно, что основное значение имеет не сама по себе внутриклассовая изменчивость, а ее соотношение с межклассовыми различиями.

Теория надежности тестов исходит из того, что результат любого измерения, проводимого на человеке ( $x_t$ ), есть сумма двух значений:

где  $x_t$  – зарегистрированный в процессе измерения результат теста;

$x_\infty$  – истинный результат, который хотят зарегистрировать, под ним понимают среднее значение при бесконечно большом числе наблюдений в одинаковых условиях, поэтому и ставят знак бесконечности;

$e$  – ошибка, вызванная неконтролируемой вариацией в состоянии испытуемого, привносимая измерительным прибором.

Если ошибки случайны (их сумма равна нулю, и в равных попытках они не зависят друг от друга), тогда из математической статистики следует:

где  $\sigma^2_t$  – дисперсия результатов измерений равна сумме дисперсии истинных результатов ( $\sigma^2_\infty$ ) и ошибок ( $\sigma^2_e$ );

$\sigma^2_\infty$  – характеризует идеализированную (т.е. свободную от ошибок) межклассовую вариацию;

$\sigma^2_e$  – внутриклассовая вариативность (влияние  $\sigma^2_e$  изменяет распределение результатов теста).

Критерием надежности теста может служить коэффициент надежности ( $r_{tt}$ ) – это отношение истинной дисперсии к дисперсии, зарегистрированной в процессе измерений:

$$r_{tt} = \frac{\text{истинная дисперсия}}{\text{зарегистрированная дисперсия}}$$

$$r_{tt} = \frac{\sigma_\infty^2}{\sigma_t^2} = \frac{\sigma_t^2 - \sigma_e^2}{\sigma_t^2} = 1 - \frac{\sigma_e^2}{\sigma_t^2}$$

Иными словами, коэффициент надежности (rtt) есть просто доля истинной вариации в той вариации, которая зарегистрирована в измерении.

## **2.2 Классификация тестов. Педагогические, психологические, тесты достижений, индивидуально ориентированные, тесты интеллекта, специальных способностей**

Анализ зарубежной и отечественной литературы показывает, что существуют различные подходы к проблеме классификации тестов. Первое, на чем надо остановиться, рассматривая классификацию тестов – это два подхода, которые в настоящее время сложились в тестировании – тесты, ориентированные на критерий (критериально-ориентированные) и тесты, ориентированные на норму (нормативно-ориентированные). Появившись как разные подходы к анализу результатов тестирования, отражающие разные основания для сравнения, сейчас эти два подхода определяют разницу на большинстве этапов создания тестов.

Понимание критериальной и нормативной ориентированности как разных подходов к методологии интерпретации результатов тестирования мы находим в работе Ю.И. Смирнова и М.М. Полевщикова.

С точки зрения интерпретации результатов, авторами отмечается, что критериально-ориентированный тест позволяет оценивать, в какой степени испытуемые овладели необходимым навыком, заданием (двигательным качеством, техникой движений и т.д.).

Для нормативно-ориентированной интерпретации вывод достраивается рейтингом.

Нормативно-ориентированный тест позволяет сравнивать достижения (уровень подготовки) отдельных испытуемых друг с другом. Нормативно-ориентированные тесты используются для того, чтобы получить надежные и нормально распределенные баллы для сравнения тестируемых.

В зависимости от области применения существуют тесты: педагогические, психологические, достижений, индивидуально-ориентированные, интеллекта, специальных способностей и т.д. Таким образом, тесты можно классифицировать по целому ряду оснований.



К настоящему времени сложилась практика организации различных видов тестирования, требующих соответственно разных тестов.

Заслуживающая внимания классификация тестов, исходя из типов, модальности и разновидности, представлена в работе В.Б. Коренберга.

Первый вариант деления автор представил по степени однородности задач: гомогенные и гетерогенные тесты.

Гомогенный тест – тест, результаты применения которого существенно зависят только от одного фактора, гетерогенный – если результаты его применения существенно зависят от двух или более факторов (нескольких несущественных факторов, от которых тоже, хотя и в небольшой степени, зависит результат). В обоих случаях, как указывает В.Б. Коренберг, нужно определить, какую долю результата, определяемую тем или иным фактором, считать существенной.

Гомогенные, имеют, как правило, одну шкалу, которые позволяют оценить одно свойство или качество личности, включают задачи, сходные по характеру, но различающиеся конкретным содержанием.

Гетерогенные (многомерные), имеющие несколько шкал, которые позволяют оценить разнообразные характеристики личности и включают задания, отличающиеся и по характеру, и по содержанию.

Второй вариант деления в классификации В.Б. Коренберга представлен диагностическими и прогностическими тестами.

Диагностический тест – тест, результаты применения которого позволяют определить (диагностировать) оперативное состояние объекта, не претендуя на прогнозирование его развития.

Прогностический тест позволяет по данным его применения строить прогноз развития объекта тестирования.

Третий вариант деления включает моторные (двигательные) тесты. В схеме классификации тестов они представлены четырьмя видами.

К экстремальным (или максимальным) тестам относят те, применение которых требует предельных усилий, работы «до отказа». По мнению автора, к экстремальным следовало бы отнести и те тесты, реализация которых ведет к минимальным результатам, т.к. экстремум – это не только наибольшее, но и наименьшее значение.

К нормативным – те, которыми проверяется лишь способность испытуемого показать некоторый нормативный результат. Применение пороговых тестов позволяет сенсорно определить или двигательным образом обозначить минимальные параметры двигательной активности (сила, скорость, ускорение, изменение позы), различаемые испытуемым. Квалиметрические тесты не связаны с измерениями, их применение определяют качественные характеристики (например, техническую подготовленность, пластичность, экспрессивность, скупую выразительность движений и т.п.) тестируемого, представляя их в форме количественных показателей (в очках, баллах) посредством квалиметрических процедур. Квалиметрическое тестирование широко применяется в практике спорта.

Моторно-биологические тесты объединены в три группы.

Экстремальные тесты основаны на определении биологических (физиологических, биохимических) сдвигов относительно индивидуальной нормы в относительном покое, являющихся результатом некоторой предельной нагрузки (либо полного покоя).

Сущность стандартных тестов в том, что испытуемый выполняет строго определенную (стандартную) моторную (двигательную, физическую) нагрузку, а фиксируются вызванные этим физиологические или биохимические сдвиги. Также автор обращает внимание на возможность другого варианта: задается величина физиологического сдвига и определяется мощность работы, при которой поддерживается заданная величина сдвига.

Пороговыми тестами определяются пороговые значения моторных (двигательных) проявлений, вызывающие минимальные биологические сдвиги.

Биологические тесты можно разделить на четыре группы. Анатомические тесты (в их состав входят и гистологические)

представляют собой способы определения параметров тела человека и его состава.

Применением физиологических тестов определяются индивидуальные уровень и особенности функционирования органов, систем и тканей тела, общая работоспособность человека, колебания его функционального состояния.

Биохимические тесты позволяют определить значения биохимических характеристик организма, указывающих на то или иное его состояние.

Электрические тесты предназначены для измерения электрических потенциалов скелетных мышц, сердца, мозга, сосудов, рефлекторных точек, а также для измерения электрического сопротивления нужных фрагментов тела.

Моторно-психологические тесты объединяют в себе три группы: экстремальные, стандартные и пороговые.

Экстремальными тестами определяются психологические сдвиги в ответ на экстремальную (предельно высокую или предельно низкую) двигательную активность.

При выполнении стандартных тестов фиксируются психологические сдвиги в ответ на стандартную нагрузку.

Пороговыми тестами определяются минимальные двигательные проявления, вызывающие изменения психологических показателей.

Психологические тесты можно разделить на семь видов.

Корректирующие тесты относятся к табличным: в предложенном тексте производятся поправки, зачеркивание определенных символов, подчеркивание ошибок; работа с корректируемыми таблицами и т.п.

Эйдетические тесты основаны на возникновении и отображении образов, косвенно характеризующих состояние, мотивацию, установки испытуемого.

Выполнение задачных тестов состоит из решения задач обычно за ограниченное время.

Опросные тесты состоят из вопросов, на которые нужно давать оцениваемые ответы. Время на ответы может быть ограничено для каждого ответа или для всей их совокупности либо не ограничено.

Социометрическими тестами определяют «психологический климат» в исследуемой группе, позиции ее членов, связи между ними.

Треморометрическими тестами определяют состояние человека по частоте и амплитуде тремора, чаще всего его конечностей, но можно исследовать и тремор головы или флуктуации (мелкие нецелые колебания основной измеряемой величины) опорных реакций при сохранении устойчивости своего тела.

Реакциометрические тесты применяют для определения скорости простой и сложной реакций на различного типа раздражители.

По характеру применения тесты и их совокупности подразделяются на:

- разовые, применяемые один раз, без расчета на повторение через какое-то время;
- одиночные, применяемые не обязательно однократно, но вне связи с другими тестами;
- сквозные, применяемые регулярно, одиночно или в составе системы тестов;
- пакеты (группы) тестов: каждый пакет – совокупность тестов, применяемых как система, тестирование по всем этим тестам проводится как единое мероприятие;
- комплексы (комплекты) тестов: каждый комплекс есть некоторая совокупность тестов, тестирование по которым должно дать всю интересующую нас на данный момент информацию;
- батарей тестов: каждая батарея либо то же, что комплекс тестов, либо комплекс тестов, результаты тестирования по которому определенным образом сводятся в единую оценку.

Пакеты тестов, комплексы тестов и батареи тестов могут быть гомогенными и гетерогенными. Гомогенные состоят в основном из эквивалентных тестов (т.е. тестов, направленных на определение одного и того же признака или качества и потому применение которых дает однородные и близкие результаты).

В ходе этапного контроля, который проводят в конце каждого этапа тренировочного процесса, применяют большие батареи или комплексы тестов, в ходе текущего контроля тестирование целесообразно проводить периодически, применяя единичные тесты, а если комплексы или батареи, то небольшие – состоящие не более чем из четырех-шести тестов.

Приведенная классификация тестов не исчерпывает себя, является сугубо эмпирической, практически достаточно значимой, поскольку в зависимости от широты предполагаемого использования зависит и уровень требований к качеству инструмента и этажность его разработки.

### **2.3 Двигательные тесты: контрольные упражнения, стандартные функциональные пробы, максимальные функциональные пробы**

В основе тестов, используемых в физическом воспитании и спорте, лежат двигательные действия (физические упражнения, двигательные задания). Такие тесты называются двигательными, или моторными. Результатами их могут быть либо двигательные параметры (время прохождения дистанции, длительность движения  $\Delta t$ , число повторений  $n$ , пройденное расстояние  $S$ , и т.п.), либо физиологические и биохимические показатели.

В настоящее время еще не существует единой классификации двигательных тестов.

В зависимости от содержания процедуры тестирования, формы и условий выполнения задания, которое стоит перед испытуемым спортсменом, различают три группы двигательных тестов:

- 1) контрольные упражнения;
- 2) стандартные функциональные пробы;
- 3) максимальные функциональные пробы.

Также от направленности на измерение одних и тех же или разных свойств моторики человека различают гомогенные и гетерогенные тесты.

Контрольные упражнения представляют собой специализированные и стандартизированные двигательные задания, при которых необходимо показать максимальный результат. Чаще всего, это – обычные физические упражнения, применяемые для оценки подготовленности спортсмена: бег на 100, 500, 1000, 3000 м, подтягивание на перекладине, сгибание рук в упоре лежа и т. д. Фиксируется показанный результат.

Стандартные функциональные пробы проводятся в виде одинакового для всех задания с дозированной по величине стандартной нагрузкой (работа на велоэргометре с определенной мощностью, бег на тредбане с заданной скоростью и углом подъема, глубокие приседания с определенной частотой и т.п.). Регистрируются физиологические и биомеханические показатели (ЧСС, частота дыхания, концентрация молочной кислоты в крови и т.п.). В связи с тем, что нагрузка в стандартных пробах не максимальна, они могут использоваться для оценки состояния здоровья недостаточно подготовленных или имеющих определенные заболевания людей. Например, проба Руфье-Диксона для оценки приспособляемости к физической нагрузке заключается в выполнении 30 глубоких приседаний за 50 секунд с ре-

гистрацией ЧСС до приседаний, сразу после их выполнения и через минуту отдыха.

Максимальные функциональные пробы так же, как контрольные упражнения, направлены на достижение максимального результата, но в них регистрируется не сам результат (время бега, пройденное расстояние и т.п.), а физиологические или биохимические показатели (максимальное потребление кислорода (МПК), порог анаэробного обмена и т.п.).

В спортивной практике при педагогическом контроле чаще используется не один, а несколько тестов, имеющих общую конечную цель (например, оценку какого-либо двигательного качества). Такую группу тестов, в которую могут входить как гомогенные, так и гетерогенные тесты, называют комплексом или батареей тестов.

Примером может служить комплекс тестов для оценки быстроты движений спортсмена. Известно, что быстрота движений рассматривается в трех аспектах: 1) быстрота одиночного, ненагруженного движения, 2) время двигательной реакции, 3) темп двигательных действий. Для всесторонней оценки быстроты движения можно измерить высоту вертикального прыжка по Абалакову, что будет показателем быстроты одиночного движения; определить время простой двигательной реакции (например, с помощью специального компьютерного теста), измерить темп локального движения (компьютерный теппинг - тест) и величину темпа бега на месте. Получилась батарея из четырех тестов (табл. 2).

Таблица 2 – Батарея тестов для оценки двигательного качества быстроты движений в группе юных спортсменов на начальном этапе подготовки и через год систематических занятий футболом ( $M \pm \sigma$ )

Показатели	Начальный период тренировки	Через год тренировки
Вертикальный прыжок, см	26,7±0,4	30,9±0,5
Время реакции, мс	5,2±0,1	5,6±0,6
Теппинг-тест, с <sup>-1</sup>	410±10	360±7
Темп бега на месте, с <sup>-1</sup>	3,7±0,1	4,5±0,6

Одной из важных задач тестирования является оценка функционального состояния систем организма и уровня физической работоспособности (тренированности). Точное определение цели тестирования будет способствовать правильному подбору тестов. Соответст-

венно, комплекс тестов должен включать в себя показатели, характеризующие такие двигательные качества обследуемых, от которых зависит успех в соревновательной деятельности. Также это необходимо учитывать и при определении количества испытаний по каждому из физических качеств. При определении функциональной подготовленности с помощью тестирования оценивается реакция отдельных систем и органов на определенные воздействия (характер, тип и выраженность этой реакции). При этом оценка результатов тестирования может быть как качественной, так и количественной.

Для оценки функционального состояния организма могут быть использованы различные функциональные тесты (пробы):

1. Пробы с дозированной физической нагрузкой: одно-, двух-, трех- и четырехмоментные.

2. Пробы с изменением положения тела в пространстве: ортостатическая, клиноростатическая, клиноортостатическая.

3. Пробы с изменением внутригрудного и внутрибрюшного давления: проба с натуживанием (Вальсальвы).

4. Гипоксемические пробы: пробы с вдыханием смесей, содержащих различное соотношение кислорода и углекислоты, задержка дыхания и другие.

5. Фармакологические, алиментарные, температурные и др.

Помимо этих функциональных тестов общего характера применяются также специфические пробы с нагрузкой, характерной для каждого вида двигательной деятельности, например, 12-минутный бег по Куперу.

Точность результатов тестирования оценивается на другой основе по сравнению с точностью измерений. Если при оценке точности измерения результат измерения сопоставляют с результатом, полученным более точным методом или прибором, то при тестировании возможность сравнения полученных результатов с более точными методами чаще всего отсутствует. Поэтому приходится проверять не результаты тестирования, а качество теста. Проверку необходимо проводить еще до начала тестирования.

## **2.4 Оценивание в физической культуре и спорте**

Известно, что 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. Например, комплекс ГТО, в состав которого входят бег на разные дистанции, плавание, бег на лыжах и т.д. Или комплекс для контроля подготовленности спортсменов: время бега на тредбане, частота сердечных сокращений, максимальное потребление кислорода, максимальная сила, градиент силы и т.д.

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 сравнивать достижения по абсолютным значениям показателей невозможно [6].

Возникает проблемная ситуация – проблема оценок, в которой показанные спортсменами результаты, в том числе и результаты тестов, во-первых, выражаются в разных единицах измерения и поэтому непосредственно не сопоставимы друг с другом; во-вторых, сами по себе не указывают, насколько удовлетворительно состояние спортсмена.

По мнению специалистов, решить проблему можно лишь в том случае, если результаты тестирования, соревнования представить в виде оценок (очков, баллов, отметок, разрядов и т.п.).

Термином «оценка» обозначают как сам процесс оценивания, так и его результат. По мнению В.Б. Коренберга, путать эти процессы нельзя, т.к. общее требование к терминам – их однозначность. Поэтому для обозначения процесса присвоения объекту оценки логично в соответствии с правилами русского языка применять термин «оценивание».

Слово «оценка» тоже может обозначать разные понятия. В научно-спортивной литературе термин «оценка» используется в том же смысле, что и в математической статистике: зафиксированное в опыте значение некоторой величины (параметра генеральной совокупности). Основоположники спортивной метрологии В.М. Зациоргский, М.А. Годик оценкой (или педагогической оценкой) называют унифицированную меру успеха в каком-либо задании, в частном случае – в тесте.



В работе В.Б. Коренберга даны следующие определения.

Педагогическая оценка – унифицированная мера состояния или свойства человека (группы людей) либо успешности выполнения им (ими) задания, выраженная в педагогически значимой форме (в физических или условных единицах, словесно).

Педагогическое оценивание – процесс получения педагогической оценки, построенный с учетом особенностей ситуации.

Следует различать промежуточную и итоговую оценки. Промежуточная оценка – те полученные измерениями, наблюдением, логическим анализом и выраженные в количественной (в очках, баллах, в условных единицах) или качественной (символически, графически, словесно) форме параметры, определение педагогического значения которых позволяет дать итоговую оценку. Промежуточную оценку, выражаемую очками, баллами, условными единицами, получают с применением тех или иных шкал оценок (оценочных шкал). Эти шкалы строят с учетом конкретных целей и требований педагогического процесса, и прежде всего критериев справедливости и эффективности.

Итоговая оценка должна преследовать и отражать педагогические цели, должна быть ориентирована на них.

Получение итоговой оценки на основе промежуточной связано с использованием норм и нормативов (сравнением с ними) и путем логического осмысления педагогической значимости итогового результата в конкретной ситуации. Итоговую оценку можно выразить словесно («удовлетворительно», «отлично», «превосходно», «здорово!», «не годится», «очень плохо» и и.п.) или символом, условно отображающим ее педагогическое содержание (0, 3, 5, 10, !, +, –, ?, ).

По своей направленности следует различать оценки состояния, учебные оценки, квалификационные оценки. Оценки состояния характеризуют человека или группы людей с точки зрения физиологического или психологического состояния организма, телосложения, двигательной подготовленности, спортивной формы, утомления. Учебные оценки характеризуют меру успешности выполнения заданий (тестовых, тренировочных, соревновательных), опять-таки уровень подготовленности, знания. Квалификационные оценки направлены на определение статуса человека: присвоение разряда, звания, зачисление в команду на конкретные соревнования или в состав сборной команды, перевод на следующий год обучения.

По мнению В.М. Зациорского, нет большой разницы между учебными и квалификационными оценками, однако процедура квалификационного оценивания более сложна.

В полном, развернутом виде квалификационное оценивание проводят в два этапа. На первом показанные спортивные результаты переводят на основе так называемых шкал оценок в очки (промежуточная оценка), а на втором, после сравнения набранных очков с заранее установленными нормами, определяют итоговую оценку. Например, в многоборьях вначале результаты в отдельных видах переводят в очки, а затем, после сравнения их с нормами спортивной классификации, выводят итоговую оценку – присваивают спортивный разряд.

Справедливо замечание В.Б. Коренберга о том, что почти всегда формирование педагогической оценки сопряжено со значительной долей субъективного. Применение теста, задачей которого максимально возможно объективизировать процесс оценивания, лишь иногда сводит элемент субъективности к незначительной величине. Поэтому в большинстве случаев, во-первых, необходимо хотя бы приблизительно определять сравнительную долю объективного и субъективного в процессе оценивания, а во-вторых – постараться, чтобы и субъективный компонент как можно лучше отображал реальность, действительную сущность оцениваемого объекта (вещественного объекта, материального или информационного процесса). У опытных специалистов субъективные, интуитивные представления и восприятия часто лишь незначительно отличаются от полученных объективными методами.

## ГЛОССАРИЙ

Абсолютная погрешность – величина, равная разности между показанием измерительного прибора и истинным значением измеряемой величины.

Анкета – опросный лист для получения каких-либо сведений об испытуемом.

Вариационный ряд – ряд ранжированных значений признака, в котором указана повторяемость или частота отдельных значений (вариант) в данной совокупности.

Вариация – внутренняя изменчивость или неоднородность результатов измерения.

Вероятность – мера объективной возможности ожидаемого результата.

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

Выносливость – способность длительно выполнять упражнения без снижения их эффективности; принято различать виды выносливости – общую, скоростную, силовую и др.

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

Гибкость – способность выполнять движения с большой амплитудой; различают активную и пассивную гибкость, а разница между ними называется дефицитом активной гибкости.

Дисперсия – показатель вариации эмпирических данных.

Дополнительная погрешность – погрешность измерительного прибора, вызванная отклонением условий его работы от нормальных.

Достоверность – то, что не вызывает сомнений; уверенность, с которой судят о генеральных параметрах по результатам выборочных наблюдений.

Измерение – установление соответствия между изучаемыми явлениями, с одной стороны, и числами, с другой; приписывание чисел вещам в соответствии с определенными правилами.

Информативность теста – степень точности теста, с какой он измеряет свойство, для оценки которого используется.

Качественный показатель – показатель, не имеющий определенной единицы измерения.

Квалиметрия – раздел метрологии, изучающий вопросы измерения и количественной оценки качественных показателей.

Контроль – взаимозависимость между варьирующими признаками.

Критерий (мерило, средство суждения) – показатель, позволяющий судить о надежности выводов относительно принятой гипотезы, ожидаемого результата и т. д.

Кумулятивный тренировочный эффект – изменения в организме, которые происходят в результате суммирования следов многих тренировочных занятий.

Математическая статистика – наука о математических методах систематизации и использования статистических данных для научных и практических выводов.

Медиана – результат измерения, занимающий центральное значение в выборке.

Метрология – наука об измерениях.

Мода – наиболее часто встречающаяся величина.

Надежность теста – степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей в одинаковых условиях.

Нулевая гипотеза – рабочая гипотеза, лежащая в основе критериев достоверности; заключается в предположении полного отсутствия различий между генеральными параметрами, оцениваемыми по выборочным показателям.

Оперативное состояние – состояние, изменяющееся под влиянием однократного выполнения физических упражнений; отражает срочный тренировочный эффект; должно учитываться при планировании интервалов отдыха и мощности нагрузки в тренировочном занятии.

Основная погрешность – погрешность метода измерения или измерительного прибора, которая имеет место в нормальных условиях их применения.

Относительная погрешность – отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины в %.

Переменная – величина, характеризующая какое-либо свойство системы.

Ранг – порядковый номер ранжированных значений признака; ранги – места, занимаемые в шкале порядка.

Ранжирование – расположение числовых значений признака (результатов измерений) в порядке их возрастания или убывания.

Результат тестирования – числовое значение, полученное в итоге измерения.

Репрезентативность – степень соответствия выборочных показателей их параметрам в генеральной совокупности.

Ретест – повторение тестирования.

Силовые качества – способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействие ему посредством мышечных напряжений. систематическая погрешность – погрешность, величина которой не меняется от измерения к измерению.

Скоростные качества – способность выполнять движения в минимальный промежуток времени.

Случайная погрешность возникает под действием разнообразных факторов, которые ни предсказать заранее, ни точно учесть не удастся.

Согласованность теста – способность теста показывать один и тот же результат при осуществлении тестирования разными лицами.

Спортивная метрология – наука об измерениях в спорте, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Срочный тренировочный эффект – изменения в организме, которые наступают во время выполнения упражнений и сразу после их завершения.

Стабильность теста – способность теста показывать один и тот же результат по истечении некоторого времени в одинаковых условиях. статистическая взаимосвязь – соответствие одному значению одного показателя нескольким значениям другого.

Статистический критерий – правило, обеспечивающее принятие истинной и отклонение ложной гипотезы с заранее заданной вероятностью.

Существенные переменные – переменные, которые важны с точки зрения рассматриваемой задачи.

Текущее состояние – состояние, изменяющееся под влиянием одного или нескольких тренировочных занятий; определяет характер ближайших тренировочных занятий и величину нагрузок в их процессе.

Тестирование – процесс испытаний или измерений с помощью контрольного (стандартизированного) задания.

Тренажер – техническое средство, позволяющее в искусственно созданных условиях имитировать тренировочную и соревновательную деятельность.

Управление – целенаправленное изменение состояния системы.

Функциональная взаимосвязь – строгое соответствие каждого значения одного показателя определенному значению другого.

Шкала – элемент счетной системы, который позволяет отнести исследуемый объект к определенной группе.

Эквивалентность теста – способность теста показывать один и тот же результат при использовании разных тестовых заданий.

Экспертиза – оценка, полученная путем выяснения мнений специалистов.

Этапное состояние – следствие многих тренировочных занятий, воздействия которых постепенно суммируются; в его основе лежит кумулятивный тренировочный эффект; комплексная характеристика этапного состояния отражает спортивную подготовленность, или спортивную форму.

## ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Что такое метрология, каковы исторические аспекты ее возникновения и развития?
2. Роль метрологии в современном мире, ее составляющие? Что такое спортивная метрология и в чем ее специфика? Каковы предмет, цель и задачи спортивной метрологии? Какие параметры измеряются в спортивной практике?
3. Какие разделы включает в себя спортивная метрология? Что называют физической величиной?
4. Чем отличаются основные и производные величины?
5. Что называется единицей физической величины, а что ее значением? Как создавалась метрическая система мер?
6. Что называется системой единиц физических величин? Какие системы единиц физических величин вы знаете? Что называется управлением?
7. Что понимается под системой?
8. Чем определяется состояние системы в данный момент времени?
9. Чем определяется эффективность управления тренировочным процессом?
10. Что называется срочным тренировочным эффектом?
11. В чем заключается специфика управления в спортивной тренировке? Что такое обратная связь?
12. Какие различают виды контроля в спортивной подготовке?
13. Какой тренировочный эффект лежит в основе этапных состояний? Какое состояние спортсмена называют оперативным?
14. Что называют комплексным контролем?
15. Какие этапы включает в себя создание программы комплексного контроля для спортивной практики?
16. Что входит в батарею тестов комплексного контроля подготовленности спортсменов?
17. Что понимают под измерением? Что называют эталоном?
18. Какие есть виды эталонов? Что называют стандартом?
19. Какой орган осуществляет руководство работой по метрологии и стандартизации?
20. Кто осуществляет руководство стандартизацией в физическом воспитании и спорте?

21. На какие виды делятся измерения? Какие существуют средства измерений?
22. Что понимают под измерительными преобразователями?
23. Что относится к измерительным приборам, установкам и системам? Что такое датчик?
24. Какие датчики используются в спортивных измерениях? Что такое линия связи?
25. Какие разновидности телеметрических систем используются в спортивной практике?
26. Что такое «шкала»?
27. Какие известны шкалы измерений?
28. Что является основами обеспечения единства измерений? Каковы факторы, влияющие на результат перед измерением? Каковы факторы, влияющие на результат в процессе измерения? Каковы факторы, влияющие на результат после измерения?
29. Что такое точность и погрешность измерений? Какие существуют виды погрешности измерений?
30. Как устранить или уменьшить погрешность измерений?
31. Как рассчитать погрешность и записать результат прямого измерения?
32. Что называется тестом? Что такое тестирование?
33. Какие подходы к тестированию как к научному методу выделяют и в чем их суть?
34. Каковы метрологические требования предъявляются к тестам? Какие тесты называются аутентичными?
35. Что называется надежностью теста?
36. Каковы причины, вызывающие вариацию результатов при повторном тестировании?
37. В чем отличие внутриклассовой вариации от межклассовой?
38. Как практически определить надежность теста?
39. Что понимают под воспроизводимостью и объективностью теста? Что вносит погрешность в результаты тестирования?
40. Что понимают под стабильностью теста? От чего зависит стабильность теста?



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Занковец, В.Э. Энциклопедия тестирований : монография / В.Э. Занковец. М. : Спорт, 2016. 454 с.
2. Зациорский, В.М. Основы спортивной метрологии / В.М. Зациорский. М. : Физкультура и спорт, 1979. 152с.
3. Медведев, Ю. Н. Основы метрологии : учебное пособие по дисциплине «Метрология. Стандартизация. Сертификация» / Ю. Н. Медведев. – Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. – 83 с.
4. Начинская, С.В. Спортивная метрология : учеб. пособие / С.В. Начинская. М. : Академия, 2005. – 239 с.
5. Практикум по спортивной метрологии : краткий курс лекций и практических занятий / Д.А. Дятлов, Е.Д. Пушкарев, Е.Н. Шуркина, А.А. Лобашова; УралГУФК. Изд. 6-е, доп. и перераб. Челябинск, 2013 : УралГУФК. – 65 с.
6. Спортивная метрология : учебник / В.В. Афанасьев, И.А. Осетров, А.В. Муравьев, П.В. Михайлов. 2-е изд.,испр. и доп. М. : Юрайт, 2017. – 246 с.

---

Кравцова Л.М.

**СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ**

*Учебно-методическое пособие для студентов высшей школы физической культуры и спорта*

Издание опубликовано в авторской редакции

Подписано в печать 12.10.2023 г. Формат 60x90/16.

Усл. печ. л. 4,6. Тираж 50 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии ЮУрГГПУ

454080, г.Челябинск, пр. Ленина, 69