

5A1  
C 50

798'006.91(2)

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Ю. И. СМИРНОВ, М. М. ПОЛЕВЩИКОВ

# СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ

888508

*Рекомендовано*

*Учебно-методическим объединением вузов РФ  
по педагогическому образованию в качестве учебника  
для студентов педагогических вузов  
по специальности 033100 – физическая культура*

Фонд интеллектуальной  
культуры ИФН

Москва  
  
ACADEMIA  
2000

**Ўзбекистон Давлат jismoniy  
tarbiya instituti kutubxonasi**

УДК 7А(075.8)

ББК 75.1я73

С 50

Издательская программа «Физическая культура и спорт»  
Руководитель программы — доктор педагогических наук,  
профессор *Ю.Д. Железняк*

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой технологии металлов Марийского государственного технического университета *В.М. Бастратов*;  
кандидат педагогических наук, доцент, зав. кафедрой основ физической культуры и спорта МПГУ *В.С. Кузнецов*

**Смирнов Ю.И., Полевщиков М.М.**

С 50 Спортивная метрология: Учеб. для студ. пед. вузов. — М.:  
Издательский центр «Академия», 2000. — 232 с.  
ISBN 5-7695-0570-2

В учебнике изложен материал по основам метрологии, стандартизации и контроля в спорте. Раскрыто содержание предмета «спортивная метрология», показаны особенности измерений в физической культуре и спорте, средства измерений и т.д.; рассмотрены цели и задачи стандартизации, государственная система стандартизации, выделены категории и виды стандартов; значительная часть книги посвящена вопросам контроля в спорте.

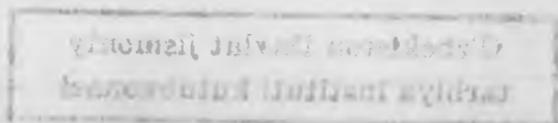
УДК 7А(075.8)

ББК 75.1я73

ISBN 5-7695-0570-2

© Смирнов Ю.И., Полевщиков М.М., 2000

© Издательский центр «Академия», 2000



## ПРЕДИСЛОВИЕ

В современной теории и практике физической культуры и спорта для решения самых разных задач, возникающих при подготовке спортсменов, например при изучении педагогических и биомеханических параметров спортивного мастерства, диагностике энергетико-функциональных параметров спортивной работоспособности, учете анатомо-морфологических параметров физического развития, контроле за психическими состояниями, широко используются технические средства измерений (ТСИ).

Создаются автоматизированные измерительные комплексы и принципиально новые технические средства сбора, хранения и обработки измерительной информации о двигательной деятельности спортсменов, разрабатываются методы активного воздействия на организм спортсмена в тренировочном занятии.

Существенное возрастание значения ТСИ в спорте за последние годы обусловлено общими тенденциями развития современной спортивной науки:

- интенсивными темпами ее развития, повышением эффективности научных исследований благодаря совершенствованию ее методов и опережающему развитию средств измерения;

- тенденцией коллективности и комплексности как необходимого условия для решения все усложняющихся проблем, выдвинутых научно-техническим прогрессом;

- математизацией и компьютеризацией спортивной педагогики как одного из проявлений интеграции науки;

- повышением требований к качеству научной продукции — точности, надежности, объективности и достоверности научной информации.

Возникновение и развитие измерений в спорте связано с необходимостью получать *точные* данные о состоянии спортсменов и лиц, занимающихся массовыми формами физической культуры.

Как известно, каждый образованный человек должен быть грамотным, знать грамматику своего языка. Вместе с тем сама грамматика может быть предметом серьезного изучения специалистами. Подобная ситуация возникла и для метрологии. Языком технических измерений, или основами метрологии, должны владеть специалисты всех отраслей хозяйственной дея-

тельности, однако вопросы обеспечения единства и достоверности измерений, метрологического контроля, поверки, испытаний и экспертизы средств измерений являются предметом более серьезного изучения со стороны специалистов метрологического служб, имеющих соответствующую квалификацию.

Нет ни одной области науки и техники, отрасли хозяйственной деятельности, где не производились бы измерения физических величин. Важным условием сопоставимости и объективности результатов измерений является обеспечение их единства и требуемой точности. Целям обеспечения единства измерений служит комплекс государственных стандартов и других нормативных документов, объединенный в Государственную систему обеспечения единства измерений (ГСИ). В 1993 г. принят Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». В стандартах и других нормативных документах регламентируются методы испытаний и контроля продукции, методики выполнения измерений. Процесс измерений – сложная и ответственная область производственной и научно-исследовательской деятельности, требующая высокого уровня профессиональной подготовки специалистов.

Ввиду того, что на факультетах физической культуры педагогических вузов изучению точных наук отведено очень ограниченное время, уровень метрологических знаний и умение наших педагогов и тренеров пользоваться современными измерительными комплексами в своей исследовательской и тренерско-педагогической практике с каждым годом вырастает во все большую проблему.

Введение спортивной метрологии в число дисциплин, изучаемых на факультетах физической культуры педагогических университетов и институтов, еще раз доказывает необходимость таких знаний современным специалистам. Задача подготовки по данной дисциплине состоит в воспитании у студентов способности использовать основные положения метрологии, стандартизации в своей практической деятельности, обеспечивающей в конечном счете получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в данной области. Метрологическая подготовка студентов должна находить отражение на всех этапах и во всех звеньях учебного процесса: при изучении дисциплин общекультурной, медико-биологической, психолого-педагогической и предметной подготовки; в курсовых и дипломных работах; в учебно-исследовательской деятельности и педагогической практике студентов.

Выпускник вуза должен знать:

– основные положения государственной системы стандартизации (ГСС);

– основные положения государственной системы измерений (ГСИ);

- основные положения государственной службы стандартных образцов (ГССО);
- основные положения государственной службы стандартных справочных данных (ГСССД);
- методы и принципы обеспечения единства измерений;
- условия и факторы, влияющие на качество измерений;
- об ответственности за нарушение законодательства о государственных стандартах.

По окончании учебного заведения спортивный педагог должен уметь:

- осуществлять поиск необходимой нормативной документации и пользоваться Указателем государственных стандартов;
- квалифицированно применять метрологически обоснованные средства и методы измерения и контроля в физическом воспитании и спорте;
- метрологически грамотно использовать измерительную информацию для обработки и анализа показателей физической, технической, тактической, теоретической и других видов подготовленности спортсменов и их соревновательных и тренировочных нагрузок.

Учебник состоит из трех частей.

В первой части – «Основы метрологии и обеспечение единства измерений» – рассматриваются законодательные основы метрологической деятельности, измерения как объект метрологии, основы теории измерений, их применение в практической деятельности, научные, технические, правовые и организационные основы обеспечения единства измерений и требуемой точности в Российской Федерации.

Вторая часть – «Основы стандартизации» – посвящена правовым, организационным и методическим основам стандартизации на национальном, региональном и международном уровнях; рассматриваются основные положения государственной системы стандартизации Российской Федерации. Стандартизация анализируется применительно к различным отраслям, чтобы дать читателю представление о широте ее распространения и необходимости применения для повышения эффективности самых разных видов деятельности.

В третьей части – «Основы контроля в спорте» – даются основы управления учебно-тренировочным процессом, раскрываются основные свойства и показатели спортивной подготовленности.

Поскольку объем курса имеет определенные пределы, установленные учебным планом, некоторым проблемам уделяется меньше внимания, чем они того заслуживают. Так, опущены вопросы статистики (они изучаются в дисциплине «Математика и информатика»), часть материала по техническим средствам измерений. Весь материал, касающийся измерений в

физической культуре и спорте, невозможно изучить в рамках одной дисциплины, и он достаточно полно освещен в доступной для специалистов литературе. В предлагаемом учебнике авторы сделали акцент на метрологических аспектах (характеристиках, поверке, аттестации средств измерений и т.п.).

Авторы выражают благодарность ведущим ученым в области физического воспитания, биомеханики, метрологии, стандартизации, чьи работы активно использовались при создании учебника. Это труды В.М. Зацюрского, М.А. Годика, И.Ф. Шишкина, Г.Д. Крыловой, В.В. Иванова, В.Л. Уткина, В.Б. Коренберга.

С целью облегчения усвоения материала в учебник включены вопросы для самоконтроля.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

**ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ  
И ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

# РАЗДЕЛ I

## ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ

### ГЛАВА 1

#### СОДЕРЖАНИЕ МЕТРОЛОГИИ

##### 1.1. Предмет и задачи курса «Спортивная метрология»

В повседневной практике человечества и каждого индивида измерение — вполне обычная процедура. Измерение наряду с вычислением непосредственно связано с материальной жизнью общества, так как оно получило развитие в процессе практического освоения мира человеком. Измерение, так же как счет и вычисление, стало неотъемлемой частью общественно-го производства и распределения, объективной отправной точкой для появления математических дисциплин, и в первую очередь геометрии, а отсюда и необходимой предпосылкой развития науки и техники.

В самом начале, в момент своего возникновения, измерения, сколь бы различными они ни были, носили, естественно, элементарный характер. Так, исчисление множества предметов определенного вида основывалось на сравнении с числом пальцев. Измерение длины тех или иных предметов строилось на сравнении с длиной пальца руки, стопы или шага. Этот доступный способ являлся изначально в буквальном смысле «экспериментальной вычислительной и измерительной техникой». Он уходит своими корнями в далекую эпоху «детства» человечества. Прошли целые столетия, прежде чем развитие математики и других наук, появление измерительной техники, вызванное потребностями производства и торговли, коммуникациями между отдельными людьми и народами, привело к появлению хорошо разработанных и дифференцированных методов и технических средств в самых различных областях знания.

Сейчас трудно себе представить какую-либо деятельность человека, в которой не использовались бы измерения. Измерения ведутся в науке, промышленности, сельском хозяйстве, медицине, торговле, военном деле, при охране труда и окружающей среды, в быту, спорте и т.д. Благодаря измерениям возможно 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. Увеличивается число сложных измерительных систем и измерительно-вычислительных комплексов.

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 и разрабатывает необходимые правила и нормы. Слово «метрология» составлено из двух древнегреческих: «метро» — мера и «логос» — учение, или наука.

Современная метрология включает три составляющие: законодательную метрологию, фундаментальную (научную) и практическую (прикладную) метрологию.

*Спортивная метрология* — это наука об измерениях в физическом воспитании и спорте. Ее следует рассматривать как конкретное приложение к общей метрологии, как одну из составляющих практической (прикладной) метрологии. Однако как учебная дисциплина спортивная метрология выходит за рамки общей метрологии по следующим обстоятельствам. В физическом воспитании и спорте некоторые из физических величин (время, масса, длина, сила), на проблемах единства и точности которых сосредоточивают основное внимание специалисты-метрологи, также подлежат измерению. Но более всего специалистов нашей отрасли интересуют педагогические, психологические, социальные, биологические показатели, которые по своему содержанию нельзя назвать физическими. Методикой их измерений общая метрология практически не занимается, и поэтому возникла необходимость разработки специальных измерений, результаты которых всесторонне характеризуют подготовленность физкультурников и спортсменов. Особенностью спортивной метрологии является то, что в ней термин «измерение» трактуется в самом широком смысле, так как в спортивной практике недостаточно измерять только физические величины. В физической культуре и спорте кроме измерений длины, высоты, времени, массы и других

физических величин приходится оценивать техническое мастерство, выразительность и артистичность движений и тому подобные нефизические величины.

*Предметом спортивной метрологии* являются комплексный контроль в физическом воспитании и спорте и использование его результатов в планировании подготовки спортсменов и физкультурников.

Вместе с развитием фундаментальной и практической метрологии происходило становление законодательной метрологии.

*Законодательная метрология* — это раздел метрологии, включающий комплексы взаимосвязанных и взаимообусловленных общих правил, а также другие вопросы, нуждающиеся в регламентации и контроле со стороны государства, направленные на обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений.

Законодательная метрология служит средством государственного регулирования метрологической деятельности посредством законов и законодательных положений, которые вводятся в практику через Государственную метрологическую службу и метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц. К области законодательной метрологии относятся испытания и утверждение типа средств измерений и их поверка и калибровка, сертификация средств измерений, государственный метрологический контроль и надзор за средствами измерений.

Метрологические правила и нормы законодательной метрологии гармонизированы с рекомендациями и документами соответствующих международных организаций. Тем самым законодательная метрология способствует развитию международных экономических и торговых связей и содействует взаимопониманию в международном метрологическом сотрудничестве.

## 1.2. Измеряемые величины

Предметом познания, как известно, являются объекты, свойства и явления окружающего мира. Таким объектом, например, служит окружающее нас пространство, а его свойством — протяженность. Она 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 как раз и является *задачей измерений*.

Переход к количественным методам исследований на основе измерительной информации в биологии, психологии, спорте, искусстве, медицине, педагогике, социологии и т.д. 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. Эти формулы и соотношения могут отражать законы природы, как, например, закон Ома:

$$I = U/R.$$

Или второй закон Ньютона:

$$F = ma.$$

В подобных зависимостях одни величины выступают как основные, а другие — как производные от них. *Основные величи-*

ны 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 несложных 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.

В приведенных выше случаях применение слова «величина» — лишнее. Действительно, зачем говорить о большой или малой «величине» давления, когда можно сказать большое или малое давление и т. п.

*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.

Основной 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 большого и указательного пальцев взрослого человека. Позднее, когда появилась другая единица — аршин, пядь ( $\frac{1}{4}$  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 в. 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 (рис 1). 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.

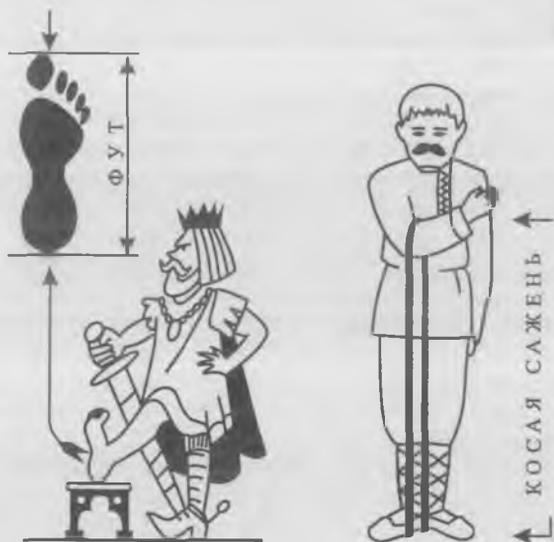


Рис. 1. Наглядное значение «древних» единиц «фута» и «косой сажени»

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. В качестве примера приведем некоторые единицы, применявшиеся в России до Октябрьской революции, и соотношения между ними и метрическими мерами:

1 аршин = 16 вершкам = 28 дюймам = 0,71120 м;

1 дюйм = 25,4 мм;

1 сажень = 3 аршинам = 7 футам = 2,1336 м;

1 фут = 12 дюймам = 304,8 мм;

1 пуд = 40 фунтам = 16,38 кг;

1 фунт = 96 золотникам = 409,5 г;

1 золотник = 96 долям = 4,266 г.

Во второй половине XVIII в. в Европе насчитывалось до сотни футов различной длины, около полусотни различных миль, свыше 120 различных фунтов.

### 1.3. Параметры, измеряемые в физической культуре и спорте

Наличие различных приборов и технических устройств, применяемых в исследованиях специалистами педагогических, биомедицинских и психологических дисциплин спорта, позволяет получать информацию более чем о 3000 отдельных параметров.

Все параметры, измеряемые в науке о спорте, подразделяются на четыре уровня:

*интегральные*, отражающие суммарный (кумулятивный) эффект функционального состояния различных систем организма (например, спортивное мастерство);

*комплексные*, относящиеся к одной из функциональных систем организма спортсмена (например, физическая подготовленность);

*дифференциальные*, характеризующие только одно свойство системы (например, силовые качества);

*единичные*, раскрывающие одну величину (значение) отдельного свойства системы (максимальная сила мышц).

Исследования показывают, что количество измеряемых комплексных параметров в спорте колеблется от 11 до 13 (табл. 1).

Данные табл. 1 свидетельствуют о плавно убывающем ряде соотношений частотности использования измеряемых в спорте параметров — различия между соседними цифрами незначительны. Обращает на себя внимание соотношение энергетико-функциональных и анатомо-морфологических параметров.

Параметры внешней формы и состава тела, используемые в спорте для диагностики физического состояния и в других це-

Таблица 1. Распределение частотности измеряемых в спорте комплексных параметров (за единицу приняты параметры состава тела)

№ п/п	Комплексные параметры	Частотность
1	Тренировочной нагрузки и восстановления (физиологические, физические, психические величины)	4,57
2	Физической подготовленности (качества силы, быстроты, выносливости, ловкости и гибкости)	4,35
3	Сердечно-сосудистой системы (движение сердца и крупных сосудов, движение крови в сердце и сосудах, биопотенциалы сердца)	3,09
4	Размеров тела и конечностей (линейные и дуговые размеры тела)	2,92
5	Технической подготовленности (статика, кинематика, динамика, время и ритмика спортивных движений)	2,60
6	Дыхательной системы (легочные объемы, механика дыхания, газообмен)	2,48
7	Биофизических и биохимических проб (кровь и лимфа, моча и кал, мокрота, пот и слюна)	2,43
8	Нервно-мышечной системы (биоэлектрическая и биомеханическая деятельность мышц)	2,05
9	Тактической подготовленности (соревновательная активность и эффективность действий)	1,91
10	Отделов ЦНС (параметры головного мозга и отделов ЦНС)	1,82
11	Системы анализаторов (зрительный, вестибулярный, тактильный, слуховой, двигательный)	1,41
12	Внешней формы тела и пропорций (телосложение, осанка, стопа)	1,12
13	Состава тела (содержание жира, удельный вес и плотность тела)	1,00

лях, употребляются в 4,0–4,5 раза реже, чем параметры тренировочной нагрузки, восстановления и физической подготовленности. Довольно слабо используются при измерениях такие важные компоненты подготовки спортсменов, как параметры тактических действий, сравнительно редко применяются измерения, помогающие изучать параметры влияния внешних условий на тренировочный процесс: атмосферы, воды, почвы, помешений, естественных сил природы.

Основными измеряемыми и контролируемыми параметрами в спортивной медицине, тренировочном процессе и в научных исследованиях по спорту являются следующие:

• физиологические («внутренние»), физические («внешние») и психологические параметры тренировочной нагрузки и восстановления;

• параметры качеств силы, быстроты, выносливости, гибкости и ловкости;

• функциональные параметры сердечно-сосудистой и дыхательной систем;

• биомеханические параметры спортивной техники;

• линейные и дуговые параметры размеров тела.

Для изучения этих параметров и контроля за ними широко используется объемная номенклатура разнообразных способов, приемов и методов измерений следующих физических величин:

• силовых (это причины, вызывающие изменения в скорости и направлении движения тела: силы отталкивания, деформации, удары, броски и т.п., моменты сил и моменты вращения: раскачивания, размахивания, обороты и вращения при выполнении локомоторных и гимнастических упражнений; давление на спортивные снаряды и т.п.);

• величин, относящихся к скорости (расход количества энергии в течение заданного времени; скорость разгона, перемещения, остановки и изменения направления в двигательных действиях; ускорение линейное и угловое при выполнении упражнений);

• временных (промежутки времени и частота действий в единицу времени — момент времени, длительность действия, темп и ритм движений);

• геометрических (положение спортсмена: координаты расположения тела или его звеньев в заданной системе; размеры: расстояния между двумя заданными точками при измерении результатов в прыжках, метаниях и др., контуров или форм при измерении правильности вычерчивания обязательных фигур в фигурном катании; при измерении осанки и плоскостопия);

• характеризующих физические свойства (плотность, удельный вес тела человека; измерения влажности в спортивной гигиене; вязкость, твердость, пластичность костно-мышечной системы);

• количественных (масса и вес тела и отдельных его звеньев);

• характеризующих химический состав (этих величин слишком много, чтобы их можно было здесь перечислить);

• тепловых (температура тела и его теплопроводная способность, определяемая количеством тепла, выделяемого или поглощаемого телом при определенных условиях);

• радиационных (ядерная радиация — радиоизотопные методы измерения массы отдельных звеньев тела человека и сканирование; определение костного возраста юных спортсменов; фотометрические измерения скелета и т.п.);

• электрических (биопотенциалы различных органов: сердца, мышц, мозга и т.п.).

Одним из перспективных подходов к решению проблемы выявления наиболее информативных параметров и методов обследований спортсменов служит метод моделирования различных сторон подготовленности, основная цель которого — определение и научное обоснование конкретных количественных модельных характеристик функциональной, технико-тактической, психологической подготовленности, при достижении которых данный спортсмен с наибольшей степенью вероятности может выиграть данные соревнования или установить рекорд.

#### 1.4. Системы единиц физических величин

В 1790 г. во Франции была создана система новых мер, «основанных на неизменном прототипе, взятом из природы, с тем чтобы ее могли принять все нации». 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».

В метрической системе за основную единицу длины был принят метр, за единицу веса (в то время не делали различий между понятиями «вес» и «масса») — вес 1 см<sup>3</sup> химически чистой воды при температуре около +4°С — грамм (позже — килограмм). В 1799 г. были изготовлены первые прототипы (эталоны) 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), объем (стер, равный объему куба с ребром 10 м), вместимости (литр, равный объему куба с ребром 0,1 м). В этой первой системе единиц еще не было четкого подразделения единиц на основные и производные.

Впервые понятие о *системе единиц* как совокупности основных и производных ввел немецкий ученый К. Ф. Гаусс 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 единиц в системе, предложенной К. Ф. Гауссом, были приняты: единица длины — миллиметр, единица массы — миллиграмм, единица времени — секунда. Эту систему единиц назвали *абсолютной*.

Первоначально были созданы системы единиц, основанные на трех единицах, и предпочтение отдавалось системам, построенным на единицах длины—массы—времени. Это такие системы, как МКС: метр—килограмм—секунда; СГС: сантиметр—грамм—секунда.

Наличие ряда систем единиц измерения физических величин, большое число внесистемных единиц и неудобства, возникающие на практике в связи с пересчетами при переходе от одной системы к другой, вызвали необходимость создания единой универсальной системы единиц, которая охватывала бы все отрасли науки и техники и была бы принята в международном масштабе.

После многих предложений в 1960 г. XI Генеральная конференция по мерам и весам окончательно приняла новую систему, присвоив ей наименование Международная система единиц (Systeme International d'Unites — фр.) с сокращенным обозначением «SI», в русской транскрипции «СИ».

В последующие годы Генеральная конференция приняла ряд дополнений и изменений, в результате чего в системе стало семь основных единиц (метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела), дополнительные (табл. 2) и производные единицы физических величин (табл. 3).

Таблица 2. Основные единицы международной системы единиц (СИ)

Величина			Единица		
Наименование	Размерность	Рекомендуемое обозначение	Наименование	обозначение	
				русское	международное
Основные					
Длина	L	l	метр	м	m
Масса	M	m	килограмм	кг	kg
Время	T	t	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	I	ампер	A	A
Термодинамическая температура	Θ	T	кельвин	K	K
Количество вещества	N	n, v	моль	моль	mol
Сила света	J	J	кандела	кд	cd
Дополнительные					
Плоский угол	-	-	радиан	рад	rad
Телесный угол	-	-	стерадиан	ср	sr

Для образования кратных и дольных единиц должны использоваться специальные приставки.

Таблица 3. Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через единицы СИ
Частота	$T^{-1}$	герц	Гц	$C^{-1}$
Сила, вес	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$м \cdot кг \cdot c^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$м^{-1} \cdot кг \cdot c^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$м^2 \cdot кг \cdot c^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$м^2 \cdot кг \cdot c^{-3}$
Количество электричества	$TI$	кулон	Кл	$c \cdot A$
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	В	$м^2 \cdot кг \cdot c^{-3} \cdot A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	Ф	$м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot c^4 \cdot A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$м^2 \cdot кг \cdot c^{-3} \cdot A^{-2}$
Электрическая проводимость	$L^{-2} M^{-1} T^3 I^2$	сименс	См	$м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot c^{-3} \cdot A^2$
Поток магнитной индукции	$L^2 M T^{-2} I^{-1}$	вебер	Вб	$м^2 \cdot кг \cdot c^{-2} \cdot A^{-1}$
Магнитная индукция	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$кг \cdot c^{-2} \cdot A^{-1}$
Индуктивность	$L^2 M T^{-2} I^{-2}$	генри	Гн	$м^2 \cdot кг \cdot c^{-2} \cdot A^{-2}$
Световой поток	$J$	люмен	лм	кд·ср
Освещенность	$L^{-2} J$	люкс	лк	$м^{-2} \cdot кд \cdot ср$
Активность радионуклида	$T^{-1}$	беккерель	Бк	$c^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения	$L^2 T^{-2}$	грей	Гр	$м^2 \cdot c^{-2}$
Эквивалентная доза излучения	$L^2 T^{-2}$	зиверт	Зв	$м^2 \cdot c^{-2}$

Организация объединенных наций по образованию, науке и культуре (ЮНЕСКО) призвала все страны — члены организации — принять эту Международную систему единиц.

В нашей стране система СИ официально была принята путем введения в 1963 г. 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.

В Международном документе № 2 МОЗМ единицы, не вошедшие в СИ, группируются следующим образом:

1. Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ.

2. Единицы и их наименования, которые временно могут применяться до срока, который должен быть установлен национальным предписанием, и которые не должны применяться там, где это не было принято.

3. Единицы и их наименования, которые изымаются из обращения и не должны применяться.

Близкая к названной группировка приводится в словаре-справочнике основных терминов в области метрологии (1989):

1. Допускаемые к применению наравне с единицами СИ.

2. Допускаемые к применению в специальных областях.

3. Временно допускаемые.

4. Изъятые из употребления.

В силу традиции в научных исследованиях и спортивной практике часто используются единицы измерения, не относящиеся ни к СИ, ни к какой-либо другой системе единиц измерения. Примеры таких единиц приведены в двух правых столбцах табл. 4.

Основную единицу системы СИ — килограмм массы (кг) — не следует путать с килограммом силы (кГ), который в силу традиции еще используется при измерениях.

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).

Таблица 4. Важнейшие единицы системы СИ и некоторые внесистемные единицы, по традиции используемые в физической культуре и спорте

Измеряемая переменная	Наименование единицы системы СИ	Обозначение единицы	Связь с основными единицами	Наименование внесистемной единицы измерения	Обозначение единицы и связь с единицами системы СИ
Длина	метр	м	м	—	—
Масса	килограмм	кг	кг		
Время	секунда	с	с	минута	мин = 60 с
Сила электрического тока	ампер	А	А	—	—
Сила	ньютон	Н	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$	килограмм силы	кГ = 9,81 Н
				понд	п = 4,44 Н
Количество тепла, работа	джоуль	Дж	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$	килограмм силы · метр	кГ · м = 9,81 Дж
				калория	кал = 4,18 Дж
Мощность	ватт	Вт	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3}$	килосилы · метр в мин	кГ/м = 0,164 Вт
				лошадиная сила	л.с. = 736 Вт
Потенциал электрический	вольт	В	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{А} \cdot \text{с}^2}$	—	—
Электрическое сопротивление	ом	Ом	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{А}^2 \cdot \text{с}^2}$	—	—
Давление	ньютон на квадратный метр	$\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2}$	миллиметр ртутного столба	мм рт. ст. = 121,1 Н/м <sup>2</sup>
Темп	герц	Гц	$\frac{1}{\text{с}}$	Число движений в минуту	1/мин = 60/с

### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое метрология?
2. Каковы особенности спортивной метрологии?
3. Каковы задачи законодательной метрологии?
4. Что называют физической величиной?
5. Чем отличаются основные и производные величины?
6. Что называется единицей физической величины, а что ее значением?
7. Как создавалась метрическая система мер?
8. Что называется системой единиц физических величин?
9. Какие системы единиц физических величин вы знаете?

## ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИЗМЕРЕНИЙ

## 2.1. Измерения. Виды измерений

*Измерением* называют совокупность операций, выполняемых с помощью технических средств, хранящих единицу величины и позволяющих сопоставить с нею измеряемую величину.

Широкое распространение получило определение: «Измерение — познавательный процесс, заключающийся в сравнении путем физического эксперимента данной величины с известной величиной, принятой за единицу сравнения».

В стандарте дано определение более лаконичное, но содержащее ту же мысль: «Измерение — нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств».

Сравнение неизвестного размера с известным и выражение первого через второй в кратном или дольном отношении человеку приходится делать в жизни бесчисленное количество раз. Сравнивая в уме высоту людей с представлением о единице длины в Международной системе, мы измеряем их рост на глаз с точностью до нескольких сантиметров. Наверное, многим из нас нетрудно определить, с какой примерно скоростью движется автомобиль. Результаты таких измерений в значительной мере зависят от квалификации тех, кто их выполняет. Штангист, например, довольно точно может определить массу поднимаемой штанги. В этом случае информация о размерах тех или иных физических величин, доставляемая с помощью органов чувств, сравнивается с представлением о соответствующих единицах, и неизвестные размеры выражаются через эти единицы в кратном или дольном отношении, т.е. выполняется измерение по шкале отношений.

Измерения, основанные на использовании органов чувств человека (осязания, обоняния, зрения, слуха и вкуса), называются *органолептическими*.

Природа в разной степени наделила людей способностями к органолептическим измерениям по шкале отношений. Частоту звуковых колебаний, например, могут определить лишь те немногие, кто обладает абсолютным слухом. Большинство же воспринимает разность звуковых частот в тонах и полутонах, т.е. способно к измерению частоты звука только по шкале интервалов. Измерения по шкале интервалов, будучи менее совершенными, чем по шкале отношений, могут выполняться и без участия органов чувств. Измерение времени, например, или гравитации (космонавтами) основывается на

ощущениях. Еще менее совершенные измерения по шкале порядка строятся на *впечатлениях*. К ним относятся конкурсы мастеров искусств (скульпторов, художников, поэтов, композиторов), соревнования спортсменов по фигурному катанию на коньках и т.п. Измерения, основанные на интуиции, называются *эвристическими*. При всех таких измерениях кроме ранжирования (расстановки измеряемых величин в порядке убывания или возрастания их размеров) широко применяется *способ попарного сопоставления*, когда измеряемые величины сначала сравниваются между собой попарно и для каждой пары результат сравнения выражается в форме «больше — меньше» или «лучше — хуже». Затем ранжирование производится на основании результатов попарного сопоставления.

Иногда попарное сопоставление проводят более тщательно, учитывая равноценность.

Особое место в измерениях по шкале порядка занимает сравнение с размером, равным нулю. Такое измерение называется *обнаружением*, а результатом измерения является решение о том, отлично от нуля значение измеряемой величины или нет.

Человек — высокосовершенное «средство измерения». Однако вполне объективными могут считаться только измерения, выполняемые без участия человека.

Измерения, выполняемые с помощью специальных технических средств, называются *инструментальными*. Среди них могут быть автоматизированные и автоматические. При *автоматизированных* измерениях роль человека полностью не исключена. Он может, например, проводить съем данных с отсчетного устройства измерительного прибора (шкалы со стрелкой или цифрового табло), вести их регистрацию в журнале, обрабатывать в уме или с помощью вычислительных средств. На качество этих операций влияет настроение человека, степень его сосредоточенности, серьезности, мера ответственности за порученное дело, уровень профессиональной подготовки, т.е. элемент субъективизма при автоматизированных измерениях остается. *Автоматические* измерения выполняются без участия человека. Результат их представляется в форме документа и является совершенно объективным.

По способу получения числового значения измеряемой величины все измерения делят на четыре основных вида: *прямые, косвенные, совокупные и совместные*.

*Прямые измерения* — это измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственным сравнением физической величины с ее мерой. Например, при определении длины предмета линейкой происходит сравнение искомой величины (количественного выражения значения длины) с мерой, т.е. линейкой. К прямым измерениям можно отнести и измерение температуры термометром, электрического на-

пряжения — вольтметром и т.д. Прямые измерения — основа более сложных видов измерений.

*Косвенные измерения* отличаются от прямых тем, что искомое значение величины устанавливают по результатам прямых измерений таких величин, которые связаны с искомой определенной зависимостью. Так, используя известную функциональную взаимосвязь, можно рассчитать электрическое сопротивление по результатам измерений падения напряжения и силы тока. Значения некоторых величин легче и проще находить путем косвенных измерений, так как прямые измерения иногда практически невозможно осуществить. Например, плотность твердого тела обычно определяют по результатам измерений объема и массы.

*Совокупными измерениями* называют такие, в которых значения измеряемых величин находят по данным повторных измерений одной или нескольких одноименных величин при различных сочетаниях мер или этих величин. Результаты совокупных измерений находят путем решения системы уравнений, составляемых по результатам нескольких прямых измерений.

*Совместные измерения* — это одновременные измерения (прямые или косвенные) двух или более неоднородных физических величин для определения функциональной зависимости между ними. Например, определение зависимости длины тела от температуры.

По характеру изменения измеряемой величины в процессе измерений различают *статистические, динамические и статические измерения*.

*Статистические измерения* связаны с определением характеристик случайных процессов, звуковых сигналов, уровня шумов и т.д.

*Динамические измерения* связаны с такими величинами, которые в процессе измерений претерпевают те или иные изменения. Например, усилия, развиваемые спортсменом в опорный период при прыжках в длину с разбега.

*Статические измерения* имеют место тогда, когда измеряемая величина практически постоянна (длина прыжка в длину, дальность полета снаряда, вес ядра и т.д.).

По количеству измерительной информации измерения бывают *однократные* и *многократные*.

*Однократные измерения* — это одно измерение одной величины, т.е. число измерений равно числу измеряемых величин. Так как однократные измерения всегда сопряжены с погрешностями, следует проводить не менее трех однократных измерений и конечный результат находить как среднее арифметическое значение.

*Многократные измерения* характеризуются превышением числа измерений количества измеряемых величин. Обычно минималь-

ное число измерений в данном случае больше трех. Преимущество многократных измерений — в значительном снижении влияния случайных факторов на погрешность измерения.

По отношению к основным единицам измерения делят на **абсолютные** и **относительные**. Абсолютными измерениями называют такие, при которых используются прямое измерение одной (иногда нескольких) основной величины и физическая константа. Так, в известной формуле Эйнштейна  $E = mc^2$  масса ( $m$ ) — основная физическая величина, которая может быть измерена прямым путем (взвешиванием), а скорость света ( $c$ ) — физическая константа.

**Относительные измерения** базируются на установлении отношения измеряемой величины к однородной, применяемой в качестве единицы. Понятно, что искомое значение зависит от используемой единицы измерения.

В метрологической практике основой для измерения физической величины служит **шкала измерений** — упорядоченная совокупность значений физической величины (табл. 5).

Таблица 5. Характеристики и примеры шкал измерений

Шкала	Характеристики	Математические методы	Примеры
Наименований	Объекты сгруппированы, а группы обозначены номерами. То, что номер одной группы больше или меньше другой, еще ничего не говорит об их свойствах, за исключением того, что они различаются	Число случаев. Мода. Тетрахорические и полихорические коэффициенты корреляции	Номер спортсмена, амплуа и т.д.
Порядка	Числа, присвоенные объектам, отражают количество свойства, принадлежащего им. Возможно установление соотношения «больше» или «меньше»	Медиана. Ранговая корреляция. Ранговые критерии. Проверка гипотез непараметрической статистикой	Результаты ранжирования спортсменов в тесте
Интервалов	Существует единица измерений, при помощи которой объекты можно не только упорядочить, но и приписать им числа так, чтобы равные разности отражали разные различия в количестве измеряемого свойства. Нулевая точка произвольна и не указывает на отсутствие свойства	Все методы статистики, кроме определения отношений	Температура тела, суставные углы и т.д.

Шкала	Характеристики	Математические методы	Примеры
Отношений	Числа, присвоенные предметам, обладают всеми свойствами интервальной шкалы. На шкале существует абсолютный нуль, который указывает на полное отсутствие данного свойства у объекта. Отношение чисел, присвоенных объектам после измерений, отражает количественные отношения измеряемого свойства	Все методы статистики	Длина и масса тела, сила движений, ускорение и т. п.

Количественной характеристикой измеряемой величины служит ее *размер*. Получение информации о размере физической или нефизической величины является *содержанием любого измерения*. Простейший способ получения такой информации, позволяющий составить некоторое представление о размере измеряемой величины, состоит в сравнении его с другим по принципу «что больше (меньше)?» или «что лучше (хуже)?» Более подробной информации о том, на сколько больше (меньше) или во сколько раз лучше (хуже), иногда даже не требуется. Подобным образом решаются многие задачи выбора: кто сильнее? что нагляднее? как проще? и т. п. При этом число сравниваемых между собой размеров может быть достаточно большим. Расположенные в порядке возрастания или убывания размеры измеряемых величин образуют *шкалу порядка*. Так, например, на многих конкурсах и соревнованиях мастерство исполнителей и спортсменов (или целых команд) определяется их местом, занятым в итоговой таблице. Эта таблица является шкалой порядка — формой представления измерительной информации, отражающей тот факт, что мастерство одних выше мастерства других, хотя и неизвестно, в какой степени (на сколько, или во сколько раз). Построив вывод о росте, можно, пользуясь шкалой порядка, сделать вывод о том, кто выше кого, однако сказать на сколько выше, или во сколько раз — нельзя. Расстановка размеров в порядке их возрастания или убывания с целью получения измерительной информации по шкале порядка называется *ранжированием*.

Для облегчения измерений по шкале порядка некоторые точки на ней можно зафиксировать в качестве *опорных (реперных)*. Знания, например, измеряют по реперной шкале порядка, имеющей следующий вид: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. Точками реперной шкалы могут

быть цифры, называемые *баллами*. Например, интенсивность землетрясений измеряется по двенадцатибалльной международной сейсмической шкале MSK-64 (табл. 6), сила ветра — по шкале Бофорта (табл. 7).

Таблица 6. **Международная сейсмическая шкала MSK для измерения силы землетрясений**

Сила землетрясения, баллы	Название	Признаки
1	Незаметное	Отмечается только сейсмическими приборами
2	Очень слабое	Ощущается отдельными людьми, находящимися в состоянии покоя
3	Слабое	Ощущается лишь небольшой частью населения
4	Умеренное	Распознается по мелкому дребезжанию и колебанию предметов, посуды, оконных стекол, скрипу дверей и стен
5	Сильное	Ощущается всеми. Картины падают со стен, откальваются куски штукатурки, легкое повреждение зданий
6	Очень сильное	Трещины в стенах каменных домов. Антисейсмические, а также деревянные постройки остаются невредимыми
7	Разрушительное	Трещины на крутых склонах и на сырой почве. Памятники сдвигаются с места или опрокидываются. Дома сильно повреждаются
8	Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов
9	Уничтожающее	Крупные трещины в почве. Оползни и обвалы. Разрушение каменных построек, искривление железнодорожных рельсов
10	Катастрофа	Широкие трещины в земле. Многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома совершенно разрушаются
11	Сильная катастрофа	Изменения в почве достигают огромных размеров. Многочисленные обвалы, оползни, трещины. Возникновение водопадов, подпруд на озерах. Отклонение течения рек. Ни одно сооружение не выдерживает

Таблица 7. Шкала Бофорта для измерения силы ветра

Сила ветра, баллы	Название	Признаки
0	Штиль	Дым идет вертикально
1	Тихий	Дым идет слегка наклонно
2	Легкий	Ощущается лицом, шелестят листья
3	Слабый	Развеваются флаги
4	Умеренный	Поднимается пыль
5	Свежий	Вызывает волны на воде
6	Сильный	Свистит в вантах, гудят провода
7	Крепкий	На волнах образуется пена
8	Очень крепкий	Трудно идти против ветра
9	Шторм	Срывает черепицу
10	Сильный шторм	Вырывает деревья с корнем
11	Жестокий шторм	Большие разрушения
12	Ураган	Опустошительное действие

Особенно широкое распространение реперные шкалы получили в гуманитарных науках, спорте, искусстве и других областях, где измерения еще не достигли высокого совершенства. В спорте шкала порядка чаще всего используется в художественной гимнастике, фигурном катании, единоборствах и т. п. Так, в художественной гимнастике артистизм спортсменок устанавливается в виде рангов: ранг победителя — 1, второе место — 2 и т. д.

Недостаток реперных шкал — неопределенность интервалов между реперными точками. Поэтому баллы нельзя складывать, вычитать, перемножать, делить и т. д. Более совершенными в этом отношении являются шкалы, составленные из строго определенных интервалов. Общепринято, например, измерение времени по шкале, разбитой на интервалы, равные периоду обращения Земли вокруг Солнца (летоисчисление). Эти интервалы (годы) делятся на более мелкие (сутки), равные периоду обращения Земли вокруг своей оси. Сутки, в свою очередь, делятся на часы, часы — на минуты, минуты — на секунды. Такая шкала называется *шкалой интервалов (разностей)*. По шкале интервалов можно уже судить не только о том, что один размер больше другого, но и о том, на сколько больше, т. е. на шкале интервалов определены такие математи-

ческие действия, как сложение и вычитание. Данные шкалы интервалов дают ответ на вопрос «на сколько больше?», но не позволяют утверждать, что одно значение измеренной величины во столько-то раз больше или меньше другого. Например, если температура повысилась с 10 до 20°C, то нельзя сказать, что стало в два раза теплее; если в соревнованиях по художественной гимнастике при определении артистичности между второй и четвертой спортсменками — два ранга, то это вовсе не означает, что вторая вдвое артистичнее четвертой. Это объясняется тем, что на шкале интервалов известен масштаб, а начало отсчета может быть выбрано произвольно.

Если в качестве одной из двух реперных точек выбрать такую, в которой размер не принимается равным нулю (что приводит к появлению отрицательных значений), а равен нулю на самом деле, то по такой шкале уже можно отсчитывать абсолютное значение размера и определять не только на сколько один размер больше или меньше другого, но и во сколько раз он больше или меньше. Эта шкала называется *шкалой отношений*.

Шкала отношений является наиболее совершенной из всех рассматриваемых шкал. Но, к сожалению, построение шкалы отношений возможно не всегда. Время, например, может измеряться только по шкале интервалов. В спорте по шкале отношений измеряют расстояние, силу, скорость и десятки других переменных.

В зависимости от того, на какие интервалы разбита шкала, один и тот же размер представляется по-разному. Например, 0,001 км; 1 м; 100 см; 1000 мм — четыре варианта представления одного и того же размера. Их называют значениями измеряемой величины. Таким образом, значение измеряемой величины — это выражение ее размера в определенных единицах измерения. Входящее в него отвлеченное число называется *числовым значением*. Оно показывает, на сколько единиц измеряемый размер больше нуля или во сколько раз он больше единицы (измерения). Так, измеряя длину прыжка, мы узнаем, во сколько раз эта длина больше длины другого тела, принятого за единицу длины (метровой линейки в частном случае); взвешивая штангу, определяем отношение ее массы к массе другого тела — единичной гири «килограмма» и т.п.

Самой простой из всех шкал является *шкала наименований, или номинальная шкала* (от латинского слова «номе» — имя). В этой шкале нет отношений типа «больше — меньше». Здесь речь идет о группировке объектов, идентичных по определенному признаку, и о присвоении им обозначений в виде цифр, которые служат для обнаружения и различения изучаемых объектов (например, нумерация игроков в командах). При использовании шкалы наименований могут проводиться только некоторые математические операции. Например, можно подсчитывать, сколько раз (как часто) встречается то или иное число.

## 2.2. Основной постулат метрологии

Любое измерение по шкале отношений предполагает сравнение неизвестного размера с известным и выражение первого через второй в кратном или дольном отношении. В математическом выражении процедура сравнения неизвестного значения с известным и выражения первого через второе в кратном или дольном отношении запишется так:

$$\frac{Q}{|Q|}.$$

На практике не всегда неизвестный размер может быть представлен для сравнения с единицей. Жидкости и сыпучие вещества, например, предъявляются на взвешивание в таре. Другой пример, когда очень маленькие линейные размеры могут быть измерены только после увеличения их микроскопом или другим прибором. В первом случае процедуру измерения можно

выразить отношением  $\frac{Q+v}{|Q|}$ , во втором  $\frac{nQ}{|Q|}$ .

где  $v$  — масса тары, а  $n$  — коэффициент увеличения. Само сравнение, в свою очередь, происходит под влиянием множества случайных и неслучайных, аддитивных (от лат. *aditivus* — прибавляемый) и мультипликативных (от лат. *multiplico* — умножаю) факторов, точный учет которых невозможен, а результат совместного воздействия непредсказуем. Если мы ограничимся для простоты рассмотрения только аддитивными воздействиями, совместное влияние которых можно учесть случайным слагаемым  $\eta$ , то получим следующее уравнение измерения по шкале отношений:

$$\frac{Q+v}{|Q|} + \eta = X.$$

Это уравнение выражает действие, т.е. процедуру сравнения в реальных условиях, которая и является измерением. Отличительная особенность такой измерительной процедуры — то, что при ее повторении из-за случайного характера  $\eta$  отсчет по шкале отношений  $X$  получается каждый раз разным. Это фундаментальное положение — закон природы. На основании громадного опыта практических измерений сформулировано следующее утверждение, называемое **основным постулатом метрологии**: *отсчет является случайным числом*. На этом постулате основана вся метрология.

Полученное уравнение является математической моделью измерения по шкале отношений.

**Аксиомы метрологии.** *Первая аксиома:* без априорной информации измерение невозможно. Эта аксиома метрологии относится к ситуации перед измерением и говорит о том, что если об интересующем нас свойстве мы ничего не знаем, то ничего и не узнаем. Вместе с тем, если о нем известно все, то измерение не нужно. Таким образом, измерение обусловлено дефицитом количественной информации о том или ином свойстве объекта или явления и направлено на его уменьшение.

*Вторая аксиома:* измерение есть не что иное, как сравнение. Эта аксиома относится к процедуре измерения и говорит о том, что нет иного экспериментального способа получения информации о каких бы то ни было размерах, кроме как путем сравнения их между собой. Народная мудрость, говорящая о том, что «все познается в сравнении», перекликается здесь с трактовкой измерения Л. Эйлером, данной свыше 200 лет назад: «Невозможно определить или измерить одну величину иначе как приняв в качестве известной другую величину этого же рода и указав соотношение, в котором она находится с ней».

*Третья аксиома:* результат измерения без округления является случайным. Эта аксиома относится к ситуации после измерения и отражает тот факт, что на результат реальной измерительной процедуры всегда оказывают влияние множество разнообразных, в том числе случайных, факторов, точный учет которых в принципе невозможен, а окончательный итог непредсказуем. Вследствие этого, как показывает практика, при повторных измерениях одного и того же постоянного размера либо при одновременном измерении его разными лицами, разными методами и средствами получаются неодинаковые результаты, если только не производить их округления (огрубления). Это отдельные значения случайного по своей природе результата измерения.

### 2.3. Факторы, влияющие на качество измерений

Получение отсчета (либо принятие решения) — основная измерительная процедура. Однако во внимание должно приниматься еще множество факторов, учет которых представляет иногда довольно сложную задачу. При подготовке и проведении высокоточных измерений в метрологической практике учитывается влияние:

- объекта измерения;
- субъекта (эксперта, или экспериментатора);
- способа измерения;
- средства измерения;
- условий измерения.

*Объект измерения* должен быть достаточно изучен. Перед измерением необходимо представить себе модель исследуемого

объекта, которая в дальнейшем, по мере поступления измерительной информации, может изменяться и уточняться. Чем полнее модель соответствует измеряемому объекту или исследуемому явлению, тем точнее измерительный эксперимент.

Для измерений в спорте объект измерения — один из самых сложных моментов, потому что представляет собой переплетение многих взаимосвязанных параметров (рис. 2) с большими индивидуальными «разбросами» измеряемых величин (на них, в свою очередь, оказывают влияние биологические «внешние» и «внутренние», географические, генетические, психологические, социально-экономические и другие факторы).

*Эксперт, или экспериментатор*, вносит в процесс измерения элемент субъективизма, который по возможности должен быть уменьшен. Он зависит от квалификации измерителя, его психофизиологического состояния, соблюдения эргономических требований при измерениях и многого другого. Все эти факторы заслуживают внимания. К измерениям допускаются лица, прошедшие специальную подготовку, имеющие соответствующие знания, умения и практические навыки. В ответственных случаях их действия должны быть строго регламентированы.

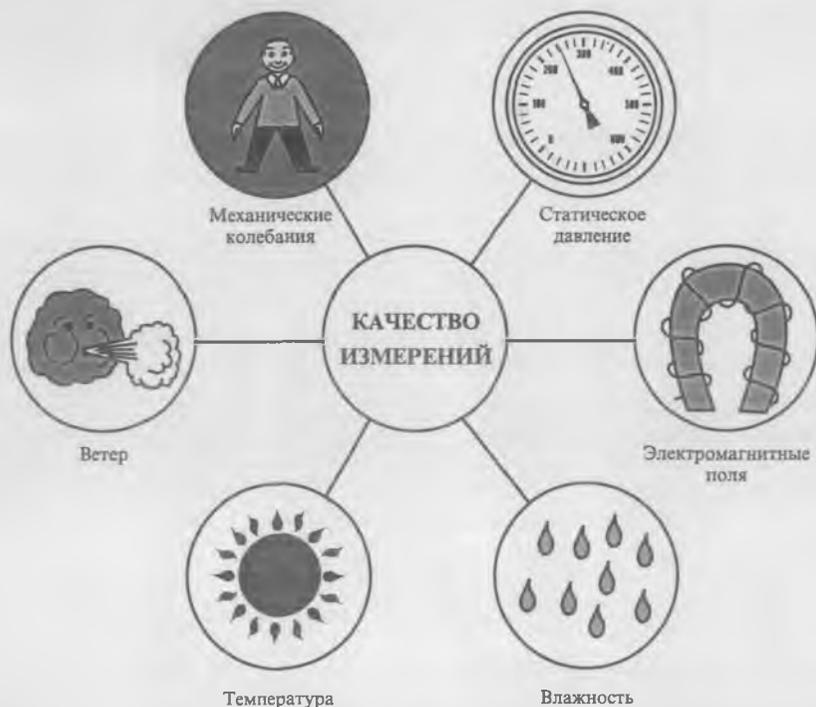


Рис. 2. Условия окружающей среды, влияющие на качество измерений

Влияние *средства измерений* на измеряемую величину во многих случаях проявляется как возмущающий фактор. Включение электроизмерительных приборов приводит к перераспределению токов и напряжений в электрических цепях и тем самым оказывает влияние на измеряемые величины.

К числу влияющих факторов относятся также *условия измерений*. Сюда входят температура окружающей среды, влажность, атмосферное давление, электрические и магнитные поля, напряжение в сети питания, тряска, вибрация и многое другое.

Общая характеристика влияющих факторов может быть дана под разными углами зрения: внешние и внутренние, случайные и неслучайные, последние — постоянные и меняющиеся во времени и т.д. и т.п. Один из вариантов классификации влияющих факторов приведен на рис. 3.

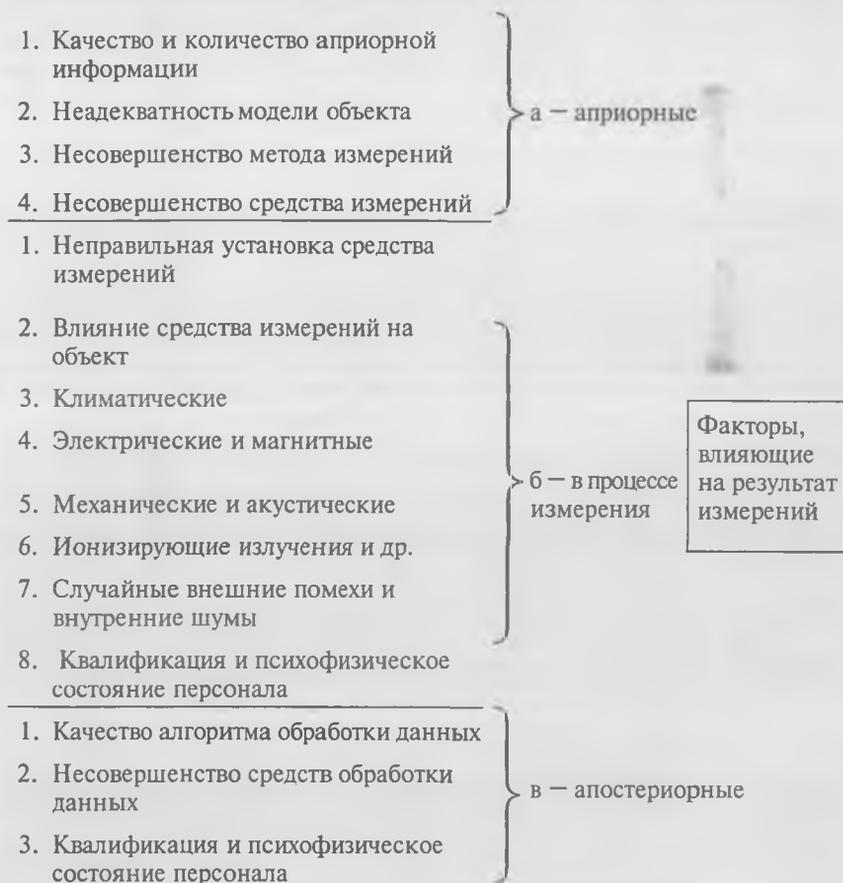


Рис. 3. Классификация влияющих факторов

*Априорные* факторы (а) включают в себя:

1. Влияние на результат измерения качества и количества информации об измеряемом объекте. Чем ее больше, чем выше ее качество — тем точнее результат измерения. *Накопление априорной информации — один из путей повышения точности результатов измерений.*

2. Влияние того очевидного факта, что модель не может в точности соответствовать объекту.

3. Влияние теоретических допущений и упрощений, лежащих в основе метода измерений.

4. Влияние несовершенства измерительного инструмента или прибора, которое может быть как следствием некачественного его изготовления, так и результатом длительной эксплуатации. Отметка шкал показывающих приборов, например, не вполне точно соответствует измеряемым значениям. В процессе эксплуатации происходит старение материалов, возникает износ механизмов и деталей, развиваются люфты, зазоры, случаются скрытые метрологические отказы (выходы метрологических характеристик за пределы установленных для них норм). Понятно, что результат измерения находится в прямой зависимости от этих факторов.

*В процессе измерения (б):*

1. Неправильная установка и подготовка к работе средств измерений, принцип действия которых в той или иной степени связан с механическим равновесием, приводит к искажению их показаний. К подобным средствам измерений относятся приборы, в конструкцию которых входит маятник, приборы с подвешенной подвижной частью и др. Многие из них для установки в правильное положение снабжаются уровнями (отвесами, ватерпасами).

2. Влияние средства измерений на объект может до неузнаваемости изменить реальную картину. Например, перераспределение токов и напряжений в электрических цепях при подключении электроизмерительных приборов иногда оказывает заметное влияние на результат измерения.

3. Влияние климатических (температура окружающей среды, относительная влажность воздуха, атмосферное давление), электрических и магнитных (колебания силы электрического тока или напряжения в электрической сети, частоты переменного электрического тока, постоянные и переменные магнитные поля и др.), механических и акустических (вибрации, ударные нагрузки, сотрясения) факторов, а также ионизирующих излучений, газового состава атмосферы и т.п. принято относить к *условиям измерений*. Такие условия, влиянием которых на результат измерения можно пренебречь, называют *нормальными*.

4. Случайные внешние помехи и внутренние шумы измерительных приборов оказывают непредсказуемое совместное влияние на результат измерения, вследствие чего он имеет стохастическую природу.

5. Квалификация и психофизическое состояние персонала (или оператора), выполняющего измерение (знания, умения и навыки, сосредоточенность, внимательность, уравновешенность, добросовестность, самочувствие, острота зрения и многое другое), имеют большое значение.

*После измерения — апостериорные факторы (в):*

1. От правильной обработки экспериментальных данных во многом зависит результат измерения.

2. Технические средства, используемые для обработки экспериментальных данных, не дают новой измерительной информации. Они лишь помогают с большим или меньшим успехом извлекать ее из экспериментальных данных и тем самым оказывают влияние на результат измерения.

3. Неграмотные или безответственные действия персонала (оператора) при обработке экспериментальных данных могут свести на нет любые усилия, затраченные на их получение.

Приведенные классификации далеко не исчерпывают всего многообразия факторов, влияющих на результат измерения.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Что называют измерением?
2. На какие виды делят измерения по способу получения числового значения?
3. Как различаются измерения по характеру изменения измеряемой величины?
4. Какими бывают измерения по количеству измерительной информации?
5. Как делят измерения по отношению к основным единицам?
6. Что такое шкала измерений?
7. Как образуется шкала порядка?
8. Что называется шкалой интервалов?
9. Каковы особенности шкалы отношений?
10. Что такое шкала наименований?
11. Как снизить влияние объекта измерений на точность измерительного эксперимента?
12. Как влияют на процесс измерения субъекты измерений?
13. Что можно отнести к условиям измерений?
14. Как снизить влияние объекта измерений на точность измерительного эксперимента?
15. Что можно отнести к условиям измерений?

## ГЛАВА 3

# ИЗМЕРЕНИЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ

### 3.1. Особенности измерений в спорте

Предметами спортивной метрологии как части общей метрологии являются измерения и контроль в спорте. И термин «измерение» в спортивной метрологии трактуется в самом широком смысле и понимается как установление соответствия между изучаемыми явлениями и числами.

В современной теории и практике спорта измерения широко используются для решения самых разнообразных задач управления подготовкой спортсменов. Эти задачи касаются непосредственного изучения педагогических и биомеханических параметров спортивного мастерства, диагностики энергофункциональных параметров спортивной работоспособности, учета анатомо-морфологических параметров физиологического развития, контроля психических состояний.

Основными измеряемыми и контролируруемыми параметрами в спортивной медицине, тренировочном процессе и в научных исследованиях по спорту являются физиологические («внутренние»), физические («внешние») и психологические параметры тренировочной нагрузки и восстановления; параметры качеств силы, быстроты, выносливости, гибкости и ловкости; функциональные параметры сердечно-сосудистой и дыхательной систем; биомеханические параметры спортивной техники; линейные и дуговые параметры размеров тела.

Как и всякая живая система, спортсмен является сложным, нетривиальным объектом измерения. От привычных, классических, объектов измерения спортсмен имеет ряд отличий: изменчивость, многомерность, качественность, адаптивность и подвижность.

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

*Многомерность* — большое число переменных, которые нужно одновременно измерять, для того чтобы точно охарактери-

зовать состояние и деятельность спортсмена. Наряду с «выходными переменными», характеризующими спортсмена, следует контролировать и «входные переменные», характеризующие влияние внешней среды на спортсмена. Роль входных переменных могут играть интенсивность физических и эмоциональных нагрузок, концентрация кислорода во вдыхаемом воздухе, температура окружающей среды и т.д. Стремление снизить число измеряемых переменных — характерная особенность спортивной метрологии. Оно обусловлено не только организационными трудностями, возникающими при попытках одновременно зарегистрировать много переменных, но и тем, что с ростом числа переменных резко возрастает трудоемкость их анализа.

*Квалитативность* — качественный характер (от лат. *qualitas* — качество), т.е. отсутствие точной количественной меры. Физические качества спортсмена, свойства личности и коллектива, качество инвентаря и многие другие факторы спортивного результата еще не поддаются точному измерению, но тем не менее должны быть оценены как можно точнее. Без такой оценки затруднен дальнейший прогресс как в спорте высших достижений, так и в массовой физкультуре, остро нуждающейся в контроле за состоянием здоровья и нагрузками занимающихся.

*Адаптивность* — свойство человека приспосабливаться (адаптироваться) к окружающим условиям. Адаптивность лежит в основе обучаемости и дает спортсмену возможность осваивать новые элементы движений и выполнять их в обычных и в усложненных условиях (на жаре и холоде, при эмоциональном напряжении, утомлении, гипоксии и т.д.). Но одновременно адаптивность усложняет задачу спортивных измерений. При многократных исследованиях спортсмен привыкает к процедуре исследования («учится быть исследуемым») и по мере такого обучения начинает показывать иные результаты, хотя его функциональное состояние при этом может оставаться неизменным.

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

### 3.2. Тестирование — косвенное измерение

Тестированием заменяют измерение всякий раз, когда изучаемый объект недоступен прямому измерению. Например, практически невозможно точно определить производительность

сердца спортсмена во время напряженной мышечной работы. Поэтому применяют косвенное измерение: измеряют частоту сердечных сокращений и другие кардиологические показатели, характеризующие сердечную производительность. Тесты используют и в тех случаях, когда изучаемое явление не вполне конкретно. Например, правильнее говорить о тестировании ловкости, гибкости и т.п., чем об их измерении. Однако гибкость (подвижность) в определенном суставе и в определенных условиях можно измерить.

*Тестом* (от англ. test — проба, испытание) в спортивной практике называется измерение или испытание, проводимое с целью определения состояния или способностей человека.

Различных измерений и испытаний может быть произведено очень много, но не всякие измерения могут быть использованы как тесты. Тестом в спортивной практике может быть названо только то измерение или испытание, которое отвечает следующим *метрологическим требованиям*:

- должна быть определена цель применения теста; стандартность (методика, процедура и условия тестирования должны быть одинаковыми во всех случаях применения теста);
- следует определить надежность и информативность теста;
- для теста необходима система оценок;
- следует указать вид контроля (оперативный, текущий или этапный).

Тесты, удовлетворяющие требованиям надежности и информативности, называют *добротными, или аутентичными*.

Процесс испытаний называется *тестированием*, а полученное в итоге измерения или испытания числовое значение является *результатом тестирования* (или результатом теста). Например, бег на 100 м — это тест; процедура проведения забегов и хронометража — тестирование; время бега — результат теста.

Что касается классификации тестов, то анализ зарубежной и отечественной литературы показывает, что существуют различные подходы к этой проблеме. В зависимости от области применения существуют тесты: педагогические, психологические, достижений, индивидуально-ориентированные, интеллекта, специальных способностей и т.д. По методологии интерпретации результатов тестирования тесты классифицируются на нормативно-ориентированные и критериально-ориентированные.

*Нормативно-ориентированный тест* (по-англ. norm-referenced test) 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.

*Балл* (индивидуальный балл, тестовый балл) — количественный показатель выраженности измеряемого свойства у данного испытуемого, полученный при помощи данного теста.

*Критериально-ориентированный тест* (по-англ. criterion-referenced test) позволяет оценивать, в какой степени испытуемые овладели необходимым заданием (двигательным качеством, техникой движений и т.д.).

Тесты, в основе которых лежат двигательные задания, называют двигательными, или моторными (табл. 8). Результатами их могут быть либо двигательные достижения (время прохождения дистанции, число повторений, пройденное расстояние и т.п.), либо физиологические и биохимические показатели.

Таблица 8. Разновидности двигательных тестов

Название теста	Задание спортсмену	Результат теста	Пример
Контрольные упражнения	Показать максимальный результат	Двигательные достижения	Бег на 1500 м, время бега
Стандартные функциональные пробы	Одинаковое для всех, дозируется: а) по величине выполненной работы либо б) по величине физиологических сдвигов	Физиологические или биохимические показатели при стандартной работе. Двигательные показатели при стандартной величине физиологических сдвигов	Регистрация ЧСС при стандартной работе 1000 кГм/мин Скорость бега при ЧСС 160 уд/мин
Максимальные функциональные пробы	Показать максимальный результат	Физиологические или биохимические показатели	Определение максимального кислородного долга или максимального потребления кислорода

В зависимости от этого, а также от целей двигательные тесты подразделяются на три группы.

Тесты, результаты которых зависят от двух и более факторов, называются *гетерогенными*, а если преимущественно от одного фактора — *гомогенными* тестами. В спортивной практике чаще используется не один, а несколько тестов, имеющих общую конечную цель. Такую группу тестов принято называть *комплексом*, или *батареей, тестов*.

Правильное определение цели тестирования содействует правильному подбору тестов. Измерения различных сторон подготовленности спортсменов должны проводиться *систематически*. Это дает возможность сравнивать значения показателей на разных этапах тренировки и в зависимости от динамики приростов в тестах нормировать нагрузку.

Эффективность нормирования зависит от *точности* результатов контроля, которая, в свою очередь, зависит от стандартности проведения тестов и измерения в них результатов. Для стандартизации проведения тестирования в спортивной практике следует соблюдать определенные требования:

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

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

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

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

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

6) спортсмен должен стремиться показать в тесте максимально возможный результат. Такая мотивация реальна, если в ходе тестирования создается соревновательная обстановка.

Однако этот фактор хорошо действует при контроле подготовленности детей. У взрослых спортсменов высокое качество тестирования возможно лишь в том случае, если комплексный контроль будет систематическим и по его результатам будет корректироваться содержание тренировочного процесса.

Описание методики выполнения любого теста должно учитывать все эти требования.

Точность тестирования оценивается иначе, чем точность измерения. При оценке точности измерения результат измерения сопоставляют с результатом, полученным более точным методом. При тестировании возможность сравнения полученных результатов с более точными чаще всего отсутствует. И поэтому нужно проверять не качество получаемых при тестировании результатов, а качество самого измерительного инструмента — теста. Качество теста определяется его информативностью, надежностью и объективностью.

### 3.2.1. Надежность тестов

*Надежностью тестов* называется степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей в одинаковых условиях. Вполне понятно, что полное совпадение результатов при повторных измерениях практически невозможно.

Вариацию результатов при повторных измерениях называют *внутрииндивидуальной, внутригрупповой* или *внутриклассовой*. Основными причинами такой вариации результатов тестирования, которая искажает оценку истинного состояния подготовленности спортсмена, т.е. 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.

Для определения коэффициента надежности теста существуют специальные математические формулы.

Таблица 9. Градация уровней надежности тестов

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

Тесты, надежность которых меньше указанных в табл. 9 значений, использовать не рекомендуется.

Говоря о надежности тестов, различают их стабильность (воспроизводимость), согласованность, эквивалентность.

Под *стабильностью теста* понимают воспроизводимость результатов при его повторении через определенное время в одинаковых условиях. Повторное тестирование обычно называют *ретестом*. Стабильность теста зависит от следующих компонентов:

- вида теста;
- контингента испытуемых;
- временного интервала между тестом и ретестом.

Для количественной оценки стабильности используется дисперсионный анализ по той же схеме, что и в случае расчета обычной надежности.

*Согласованность теста* характеризуется независимостью результатов тестирования от личных качеств лица, проводящего или оценивающего тест. Если результаты спортсменов в тесте, который проводят разные специалисты (эксперты, судьи), совпадают, то это свидетельствует о высокой степени согласованности теста. Это свойство зависит от совпадения методик тестирования у разных специалистов.

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

*Эквивалентность тестов.* Одно и то же двигательное качество (способность, сторону подготовленности) можно измерить с помощью нескольких тестов. Например, максимальную скорость — по результатам пробегания с ходу отрезков в 10, 20 или 30 м. Силовую выносливость — по числу подтягиваний на перекладине, отжиманий в упоре, количеству подъемов штанги в положении лежа на спине и т.д.

Эквивалентность тестов определяется следующим образом: спортсмены выполняют одну разновидность теста и затем после небольшого отдыха — другую и т.д.

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

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

Не существует универсальных гомогенных или гетерогенных комплексов. Так, например, для слабо подготовленных людей такой комплекс, как бег на 100 и 800 м, прыжок в

длину с места, подтягивание на перекладине, будет гомогенным. Для спортсменов высокой квалификации он может оказаться гетерогенным.

До определенной степени надежность тестов может быть повышена путем:

- более строгой стандартизации тестирования;
- увеличения числа попыток;
- увеличения числа оценщиков (судей, экспертов) и повышения согласованности их мнений;
- увеличения числа эквивалентных тестов;
- лучшей мотивации испытуемых;
- метрологически обоснованного выбора технических средств измерений, обеспечивающих заданную точность измерений в процессе тестирования.

### 3.2.2. Информативность тестов

*Информативность теста* — это степень точности, с которой он измеряет свойство (качество, способность, характеристику и т.п.), для оценки которого используется. В литературе до 1980 г. вместо термина «информативность» применялся адекватный ему термин «валидность».

В настоящее время информативность подразделяют (классифицируют) на несколько видов. Структура видов информации показана на рис. 4.

Так, в частности, если тест используется для определения состояния спортсмена в момент обследования, то говорят о *диагностической* информативности. Если же на основе результатов тестирования хотят сделать вывод о возможных будущих показателях спортсмена, тест должен обладать *прогностической* информативностью. Тест может быть диагностически информативен, а прогностически нет, и наоборот.

Степень информативности может характеризоваться количественно — на основе опытных данных (так называемая *эмпирическая* информативность) и качественная — на основе содержательного анализа ситуации (*содержательная*, или *логическая*, информативность). В этом случае тест называют содержательно, или логически, информативным на основе мнений экспертов-специалистов.

*Факторная* информативность — одна из очень частых моделей *теоретической* информативности. Информативность тестов по отношению к скрытому критерию, который искусственно составляется из их результатов, определяется на основе показателей батареи тестов при помощи факторного анализа.

Факторная информативность связана с понятием размерности тестов в том смысле, что число факторов вынужденно определяет и число скрытых критериев. При этом размерность

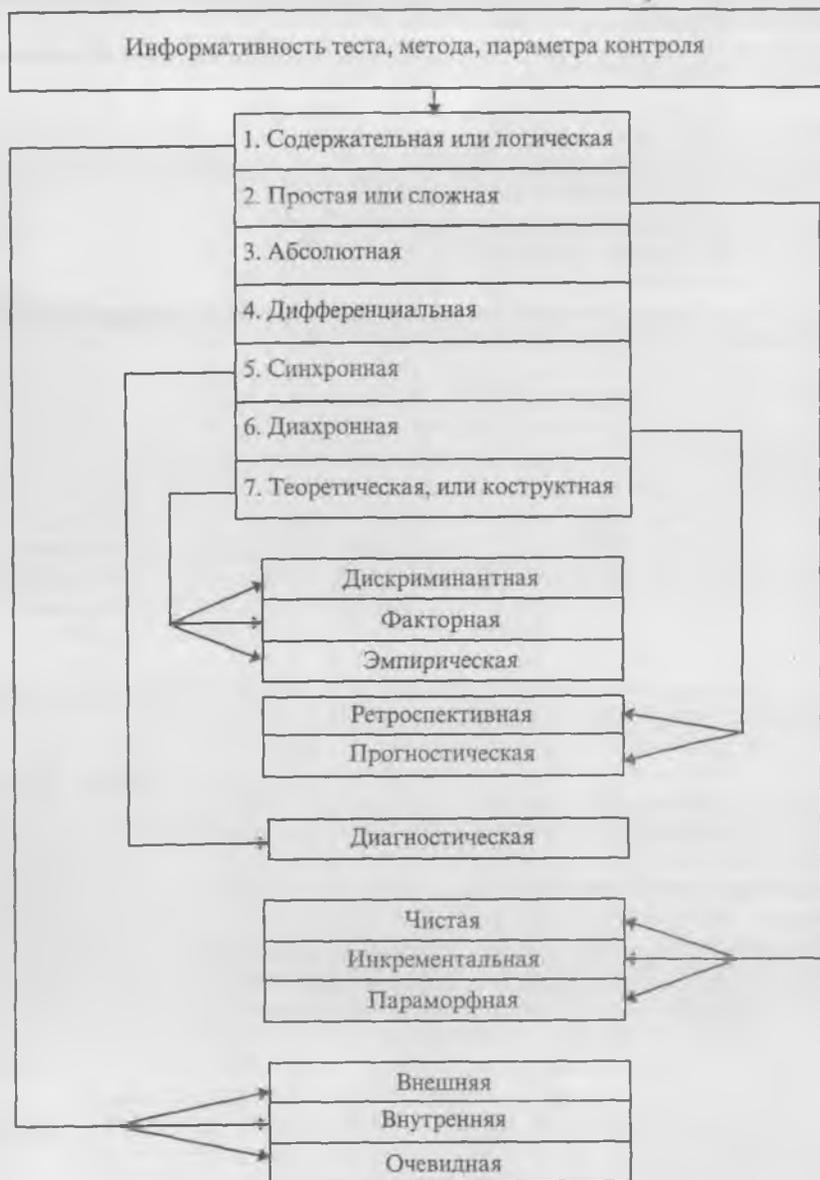


Рис. 4. Структура видов информации

тестов зависит не только от числа оцениваемых двигательных способностей, но и от остальных свойств моторного теста. Когда это влияние можно частично исключить, то факторная информативность остается подвижным модельным приближением теоретической или конструктивной информативности, т.е. валидности моторных тестов к двигательным способностям.

*Простую или сложную* информативность различают по числу тестов, для которых выбран критерий, т.е. для одного или двух и более тестов. С вопросами взаимного отношения простой и сложной информативности тесно связаны следующие три вида информативности. *Чистая* информативность выражает степень повышения сложной информативности батарее тестов, когда данный тест включают в батарею тестов более высокого порядка. *Параморфная* информативность выражает внутреннюю информативность теста в рамках прогноза одаренности к определенной деятельности. Она определяется специалистами-экспертами с учетом профессиональной оценки одаренности. Ее можно определить как скрытую (для специалистов — «интуитивную») информативность отдельных тестов.

*Очевидная* информативность в значительной степени связана с содержательной и показывает, насколько очевидно содержание тестов для тестируемых лиц. Она связана с мотивацией испытуемых. Информативность *внутренняя или внешняя* возникает в зависимости от того, определяется ли информативность теста на основе сравнения с результатами других тестов или на основе критерия, который по отношению к данной батарее тестов является внешним.

*Абсолютная* информативность касается определения одного критерия в абсолютном понимании, без привлечения каких-либо других критериев.

*Дифференциальная* информативность характеризует взаимные различия между двумя или более критериями. Например, при выборе спортивных талантов может встретиться ситуация, когда тестируемый проявляет способности к двум разным спортивным дисциплинам. При этом нужно решить вопрос, к какой из этих двух дисциплин он наиболее способен.

В соответствии с временным интервалом между измерением (тестированием) и определением результатов критерия различают два вида информативности — *синхронную и диахронную*. Диахронная информативность, или информативность к неодновременным критериям, может иметь две формы. Одной из них является случай, когда критерий измерялся бы раньше, чем тест — *ретроспективная* информативность.

Если говорить об оценке подготовленности спортсменов, то наиболее информативным показателем является результат в соревновательном упражнении. Однако он зависит от большого количества факторов, и один и тот же результат в со-

ревновательном упражнении могут показывать люди, заметно отличающиеся друг от друга по структуре подготовленности. Например, спортсмен с отличной техникой плавания и относительно невысокой физической работоспособностью и спортсмен со средней техникой, но с высокой работоспособностью будут соревноваться одинаково успешно (при прочих равных условиях).

Для выявления ведущих факторов, от которых зависит результат в соревновательном упражнении, и используются информативные тесты. Но как узнать меру информативности каждого из них? Например, какие из перечисленных тестов информативны при оценке подготовленности теннисистов: время простой реакция, время реакции выбора, прыжок вверх с места, бег на 60 м? Для ответа на эти вопросы необходимо знать методы определения информативности. Их два: логический (содержательный) и эмпирический.

*Логический метод* определения информативности тестов. Суть этого метода определения информативности заключается в логическом (качественном) сопоставлении биомеханических, физиологических, психологических и других характеристик критерия и тестов.

Предположим, что мы хотим подобрать тесты для оценки подготовленности высококвалифицированных бегунов на 400 м. Расчеты показывают, что в этом упражнении при результате 45 с примерно 72% энергии поставляется за счет анаэробных механизмов энергопродукции и 28% – за счет аэробных. Следовательно, наиболее информативными будут тесты, позволяющие выявить уровень и структуру анаэробных возможностей бегуна: бег на отрезках 200–300 м с максимальной скоростью, прыжки с ноги на ногу в максимальном темпе на дистанции 100–200 м, повторный бег на отрезках до 50 м с очень короткими интервалами отдыха. Как показывают клинико-биохимические исследования, по результатам этих заданий можно судить о мощности и емкости анаэробных источников энергии и, следовательно, их можно использовать в качестве информативных тестов.

Приведенный выше простой пример имеет ограниченное значение, так как в циклических видах спорта логическая информативность может быть проверена экспериментально. Чаще всего логический метод определения информативности используется в таких видах спорта, где нет четкого количественного критерия. Например, в спортивных играх логический анализ фрагментов игры позволяет вначале сконструировать специфический тест, а затем проверить его информативность.

*Эмпирический метод* определения информативности тестов при наличии измеряемого критерия. Ранее говорилось о важности использования единичного логического анализа для

предварительной оценки информативности тестов. Эта процедура позволяет отсеять заведомо неинформативные тесты, структура которых мало соответствует структуре основной деятельности спортсменов или физкультурников. Остальные тесты, содержательная информативность которых признана высокой, должны пройти дополнительную эмпирическую проверку. Для этого результаты теста сопоставляют с критерием. В качестве критерия обычно используют:

- 1) результат в соревновательном упражнении;
- 2) наиболее значимые элементы соревновательных упражнений;
- 3) результаты тестов, информативность которых для спортсменов данной квалификации была установлена ранее;
- 4) сумму очков, набранную спортсменом при выполнении комплекса тестов;
- 5) квалификацию спортсменов.

При использовании первых четырех критериев общая схема определения информативности теста следующая.

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

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

Рассмотрим методику определения информативности показателей соревновательного упражнения на следующем примере.

На чемпионате страны по лыжным гонкам на дистанции 15 км на подъеме крутизной 7° регистрировали длину шагов и скорость бега. Полученные значения сравнили с местом, занятым спортсменом на соревнованиях (табл. 10).

Таблица 10. Соотношения между результатами в лыжной гонке на 15 км, длиной шагов и скоростью на подъеме

Длина шага, м	Скорость, м/с	Место в гонке	Ранги		Длина шага, м	Скорость, м/с	Место в гонке	Ранги	
			длины шагов	скорости				длины шагов	скорости
2,19	3,84	4-е	2	2	2,05	3,79	3-е	5	4
2,02	3,73	7-е	7	6	2,17	3,81	2-е	3	3
2,20	3,93	1-е	1	1	2,02	3,73	6-е	6	5
2,07	3,63	5-е	4	7	1,89	3,57	8-е	8	8

Уже визуальная оценка ранжированных рядов указывает, что высоких результатов на соревнованиях добились спортсмены с большей скоростью на подъеме и с большей длиной шага. Расчет ранговых коэффициентов корреляции подтверждает это: между местом на соревнованиях и длиной шага  $r = 0,88$ ; между местом на соревнованиях и скоростью на подъеме —  $0,86$ . Следовательно, оба эти показателя обладают высокой информативностью.

Необходимо отметить, что их значения также взаимосвязаны:  $r = 0,86$ .

Значит, длина шага и скорость бега на подъеме — эквивалентные тесты и для контроля соревновательной деятельности лыжников можно использовать любой из них.

Б. Следующий шаг — проведение тестирования и оценка его результатов.

В. Последний этап работы — вычисление коэффициентов корреляции между значениями критерия и тестов. Полученные в ходе расчетов наибольшие коэффициенты корреляции будут указывать на высокую информативность тестов.

Эмпирический метод определения информативности тестов *при отсутствии единичного критерия*. Эта ситуация наиболее типична для массовой физической культуры, где единичного критерия либо нет, либо форма его представления не позволяет использовать описанные выше методы для определения информативности тестов. Предположим, что нам необходимо составить комплекс тестов для контроля за физической подготовленностью студентов. С учетом того, что студентов в стране несколько миллионов и такой контроль должен быть массовым, к тестам предъявляются определенные требования: они должны быть просты по технике, выполняться в простейших условиях и иметь несложную и объективную систему измерений. Таких тестов сотни, но нужно выбрать наиболее информативные.

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

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

вости, жим штанги — от максимальной силы, подтягивание — от силовой выносливости и т.д.

Кроме того, результаты некоторых из этих тестов взаимосвязаны, так как в их основе лежит проявление одних и тех же качеств. Факторный же анализ позволяет, во-первых, сгруппировать тесты, имеющие общую качественную основу, и, во-вторых (и это самое главное), определить их удельный вес в этой группе. Тесты с наибольшим факторным весом считаются самыми информативными.

Наилучший пример использования такого подхода в отечественной практике представлен в работе В.М.Зациорского и Н.В.Аверковича (1982 г.). Было обследовано 108 студентов по 15 тестам. С помощью факторного анализа удалось выявить три наиболее важных для этой группы испытуемых фактора: 1) сила мышц верхних конечностей; 2) сила мышц нижних конечностей; 3) сила мышц брюшного пресса и сгибателей бедра. По первому фактору наибольший вес имел тест — отжимание в упоре, по второму — прыжок в длину с места, по третьему — поднятие прямых ног в висе и переходы в сед из положения лежа на спине в течение 1 минуты. Эти четыре теста из 15 обследованных и были наиболее информативными.

Величина (степень) информативности одного и того же теста изменяется в зависимости от ряда влияющих на его проведение факторов. Основные из таких факторов приведены на рис. 5.

При оценке информативности конкретного теста необходимо учитывать факторы, в значительной степени влияющие на величину коэффициента информативности.

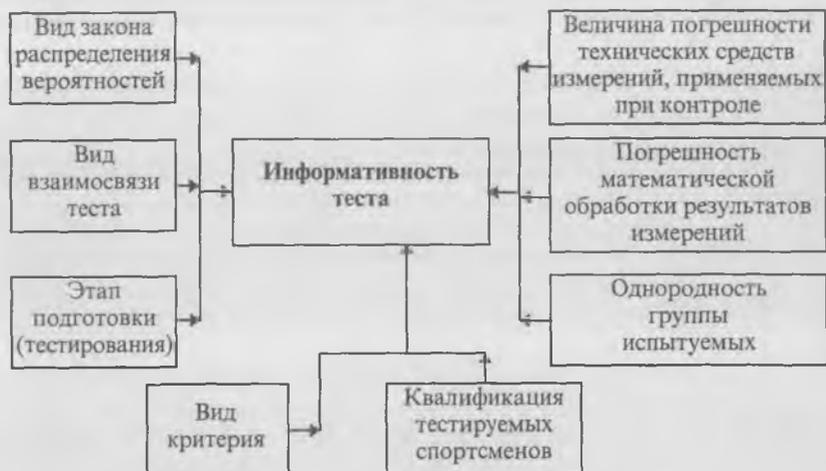


Рис. 5. Структура факторов, влияющих на степень информативности теста

### 3.3. Оценка — унифицированный измеритель спортивных результатов и тестов

Как правило, любая программа комплексного контроля предполагает использование не одного, а нескольких тестов. Так, комплекс для контроля за подготовленностью спортсменов включает следующие тесты: время бега на тредбане, частоту сердечных сокращений, максимальное потребление кислорода, максимальную силу 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 сравнить достижения по абсолютным значениям показателей невозможно. Решить эту проблему можно лишь в том случае, если результаты тестирования представить в виде оценок (очков, баллов, отметок, разрядов и т.п.). На итоговую оценку квалификации спортсменов оказывают влияние возраст, состояние здоровья, экологические и другие особенности условий проведения контроля. С получением результатов измерения или тестирования контрольное испытание спортсмена не заканчивается. Необходимо дать оценку полученным результатам.

*Оценкой (или педагогической оценкой)* называется унифицированная мера успеха в каком-либо задании, в частном случае — в тесте.

Различают *учебные* оценки, которые выставляет преподаватель ученикам по ходу учебного процесса, и *квалификационные*, под которыми понимаются все прочие виды оценок (в частности, результаты официальных соревнований, тестирования и др.).

Процесс определения (выведения, расчета) оценок называется *оцениванием*. Он состоит из следующих стадий:

- 1) подбирается шкала, с помощью которой возможен перевод результатов теста в оценки;
- 2) в соответствии с выбранной шкалой результаты теста преобразовываются в очки (баллы);

- 3) полученные очки сравниваются с нормами и выводится итоговая оценка. Она и характеризует уровень подготовленности спортсмена относительно других членов группы (команды, коллектива).

Не во всех случаях оценивание происходит по развернутой схеме (рис. 6). Иногда промежуточное и итоговое оценивания сливаются.

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

- 1) по результатам оценивания необходимо сопоставить разные достижения в соревновательных упражнениях. На базе этого

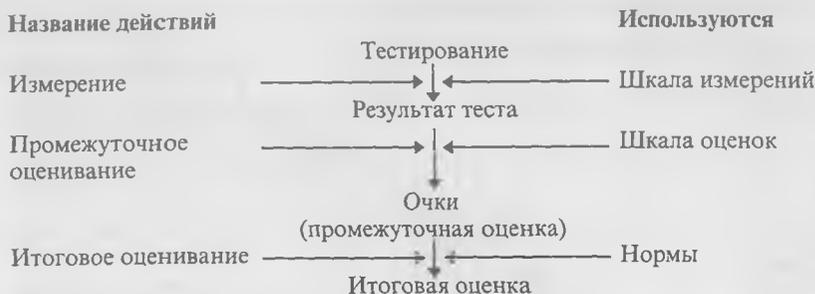


Рис. 6. Схема оценивания спортивных результатов и результатов тестов

можно создать научно обоснованные разрядные нормы в видах спорта. Следствием заниженных норм является увеличение числа разрядников, недостойных этого звания. Завышенные же нормы становятся для многих недостижимыми и вынуждают людей прекращать занятия спортом;

2) сопоставление достижений в разных видах спорта позволяет решить задачу равенства и их разрядных норм (несправедлива ситуация, если, предположим, в волейболе легко выполнить норму I разряда, а в легкой атлетике — трудно);

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

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

Перевести результаты тестирования в баллы можно разными способами. На практике для этого часто используют ранжирование, или упорядочение зарегистрированного ряда измерений.

Пример такого ранжирования приведен в табл. 11.

Таблица 11. Ранжирование результатов тестов

Тесты и оценки	СПОРТСМЕНЫ									
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К
1. Бег на 30 м, с	4,8	4,9	4,3	5,1	5,0	5,3	4,7	5,5	5,1	4,9
2. Подтягивание, кол-во повтор.	18	11	14	26	25	13	19	12	17	16
Ранги 1-го теста	3	4,5	1	7,5	6	9	2	10	7,5	4,5
Ранги 2-го теста	4	10	7	1	2	8	3	9	5	6
Суммарный ранг	7	14,5	8	8,5	8	17	5	19	12,5	10,5
Место в группе	2	8	3-4	5	3-4	9	1	10	7	6

Из табл. 11 видно, что лучший результат оценивается в 1 балл, а каждый последующий — на балл больше. При всей простоте и удобстве такого подхода его несправедливость очевидна. Если взять бег на 30 м, то различия между 1-м и 2-м местом (0,4 с) и между 2-м и 3-м (0,1 с) оцениваются одинаково — в 1 балл. Точно так же и в оценке подтягивания: разница в одно повторение и в семь оценивается одинаково.

Оценка проводится для того, чтобы стимулировать спортсмена на достижение максимальных результатов. Но при описанном выше подходе спортсмен А, подтянувшись на 6 раз больше, получит столько же баллов, сколько и за прибавку в одно повторение.

С учетом всего сказанного преобразование результатов тестирования и оценки нужно проводить не с помощью ранжирования, а использовать для этого специальные шкалы. Закон преобразования спортивных результатов в очки называется *шкалой оценок*. Шкала может быть задана в виде математического выражения (формулы), таблицы или графика. На рис. 7 представлены четыре типа таких шкал, встречающихся в спорте и физическом воспитании.

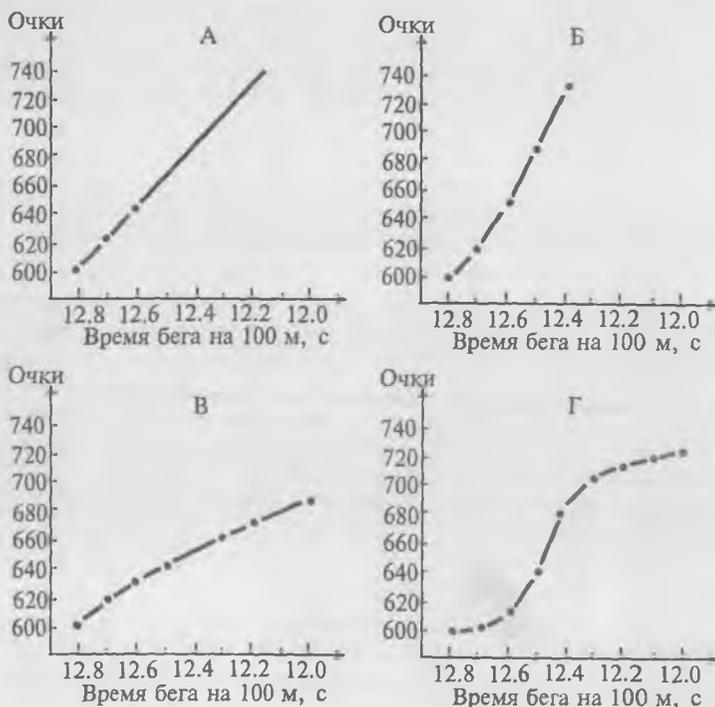


Рис. 7. Типы шкал, используемых при оценивании результатов контроля: А — пропорциональная шкала; Б — прогрессирующая; В — регрессирующая, Г — S-образная

Первая — *пропорциональная* шкала (А). При ее использовании равные приросты результатов в тесте поощряются равными приростами в баллах. Так, в этой шкале, как это видно из рис. 7, уменьшение времени бега на 0,1 с оценивается в 20 очков. Их получит спортсмен, пробежавший 100 м за 12,8 с, и пробежавший эту же дистанцию за 12,7 с, и спортсмен, улучшивший свой результат с 12,1 до 12 с. Пропорциональные шкалы приняты в современном пятиборье, конькобежном спорте, гонках на лыжах, лыжном двоеборье, биатлоне и других видах спорта.

Второй тип — *прогрессирующая* шкала (Б). Здесь, как это видно из рисунка, равные приросты результатов оцениваются по-разному. Чем выше абсолютные приросты, тем больше прибавка в оценке. Так, за улучшение результата в беге на 100 м с 12,8 до 12,7 с дается 20 очков, с 12,7 до 12,6 с — 30 очков. Прогрессирующие шкалы применяются в плавании, отдельных видах легкой атлетики, тяжелой атлетике.

Третий тип — *регрессирующая* шкала (В). В этой шкале, как и в предыдущей, равные приросты результатов в тестах также оцениваются по-разному, но чем выше абсолютные приросты, тем меньше прибавка в оценке. Так, за улучшение результата в беге на 100 м с 12,8 до 12,7 с дается 20 очков, с 12,7 до 12,6 с — 18 очков ... с 12,1 до 12,0 с — 4 очка. Шкалы такого типа приняты в некоторых видах легкоатлетических прыжков и метаний.

Четвертый тип — *сигмовидная (или S-образная)* шкала (Г). Видно, что здесь выше всего оцениваются приросты в средней зоне, а улучшение очень низких или очень высоких результатов поощряется слабо. Так, за улучшение результата с 12,8 до 12,7 с и с 12,1 до 12,0 с начисляется по 10 очков, а с 12,5 до 12,4 с — 30 очков. В спорте такие шкалы не используются, но они применяются при оценке физической подготовленности. Например, так выглядит шкала стандартов физической подготовленности населения США.

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

Оценка как унифицированный измеритель спортивных результатов может быть эффективной, если она справедлива и с пользой применяется в практике. А это зависит от критериев, на основе которых оцениваются результаты. При выборе критериев следует иметь в виду такие вопросы: 1) какие результаты должны быть положены в нулевую точку шкалы? и 2) как оценивать промежуточные и максимальные достижения?

Целесообразно использование следующих критериев:

1. Равенство временных интервалов, необходимых для достижения результатов, соответствующих одинаковым разрядам в разных видах спорта. Естественно, что это возможно лишь

в том случае, если содержание и организация тренировочного процесса в этих видах спорта не будут резко отличаться.

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

3. Равенство мировых рекордов в разных видах спорта.

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

В практике для оценок результатов тестирования используется несколько шкал.

Таблица 12. Некоторые стандартные шкалы

Название шкалы	Основная формула	Где и для чего используется
С-шкала	$C = 5 + 2 \cdot Z$	При массовых обследованиях, когда не требуется большой точности
Шкала школьных отметок	$H = 3 - Z$	В ряде стран Европы
Шкала Бине	$B = 100 + 16 \cdot Z$	При психологических исследованиях интеллекта
Экзаменационная шкала	$T = 500 + 100 \cdot Z$	В США при приеме в высшее учебное заведение

**Стандартная шкала** (табл. 12). В ее основе лежит пропорциональная шкала, а свое название она получила потому, что масштаб в ней служит стандартное (среднеквадратическое) отклонение. Наиболее распространена *T*-шкала.

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

$$T = 50 + 10 \frac{X_i - X}{\sigma} = 50 + 10 \cdot Z,$$

где *T* – оценка результата в тесте;  $X_i$  – показанный результат; *X* – средний результат;  $\sigma$  – стандартное отклонение.

**Пример.** Если средняя величина в прыжках в длину с места равнялась 224 см, а стандартное отклонение – 20 см, то за результат 222 см начисляется 49 очков, а за 266 см – 71 очко (проверьте правильность этих вычислений).

В практике используются и другие стандартные шкалы.

**Перцентильная шкала** (рис. 8). В основе этой шкалы лежит следующая операция: каждый спортсмен из группы получает за свой результат (в соревнованиях или в тесте) столько очков, сколько процентов спортсменов он опередил. Таким образом, оценка победителя – 100 очков, оценка последнего –

0 очков. Перцентильная шкала наиболее пригодна для оценки результатов больших групп спортсменов. В таких группах статистическое распределение результатов нормальное (или почти нормальное). Это значит, что очень высокие и очень низкие результаты показывают единицы из группы, а средние — большинство.

Главное достоинство этой шкалы — простота, здесь не нужны формулы, а единственное, что нужно вычислить — какое количество результатов спортсменов укладывается в один перцентиль (или сколько перцентилей приходится на одного человека). *Перцентиль* — это интервал шкалы. При 100 спортсменах в одном перцентиле — один результат; при 50 — один результат укладывается в два перцентилей (т.е. если спортсмен обошел 30 человек, он получает 60 очков).

Простота обработки результатов и наглядность перцентильной шкалы обусловили ее широкое применение в практике.

**Шкалы выбранных точек.** При разработке таблиц по видам спорта не всегда удается получить статистическое распределение результатов теста. Тогда поступают следующим образом: берут какой-нибудь высокий спортивный результат (например, мировой рекорд или 10-й результат в истории данного вида спорта) и приравнивают его, скажем, к 1000 или 1200 очкам. Затем на основе результатов массовых испытаний определяют среднее достижение группы слабо подготовленных лиц и приравнивают его, скажем, к 100 очкам. После этого, если используется пропорциональная шкала, остается выполнить лишь арифметические вычисления — ведь две точки однозначно определяют прямую линию. Шкала, построенная таким образом, называется шкалой выбранных точек.

Последующие шаги для построения таблиц по видам спорта — выбор шкалы и установление межклассовых интервалов — пока научно не обоснованы, и здесь допускается определенный

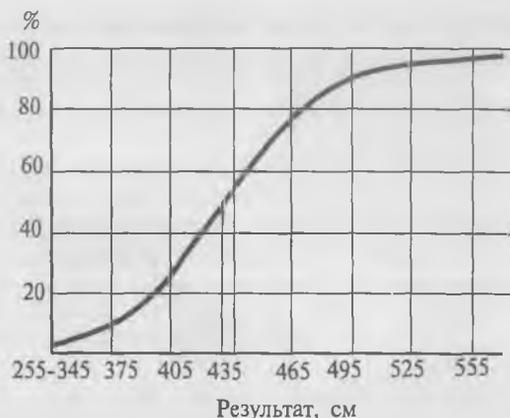


Рис. 8. Пример перцентильной шкалы, построенной по результатам тестирования студентов московских вузов в прыжках в длину ( $n = 4000$ , данные Е. Я. Бондаревского): по абсциссе — результат в прыжках в длину, по ординате — процент студентов, показавших результат, равный данному или лучше его (например, 50% студентов прыгают в длину на 4 м 30 см и дальше)

субъективизм, основанный на личном мнении специалистов. Поэтому многие спортсмены и тренеры почти во всех видах спорта, где применяются таблицы очков, считают их не вполне справедливыми.

**Параметрические шкалы.** В видах спорта циклического характера и в тяжелой атлетике результаты зависят от таких параметров, как длина дистанции и масса спортсмена. Эти зависимости называют параметрическими.

Можно найти параметрические зависимости, которые являются геометрическим местом точек эквивалентных достижений. Шкалы, построенные на основе этих зависимостей, называются параметрическими и относятся в число наиболее точных.

**Шкала ГЦОЛИФКа.** Рассмотренные выше шкалы используются для оценки результатов группы спортсменов, и цель их применения заключается в определении межиндивидуальных различий (в баллах). В практике спорта тренеры постоянно сталкиваются с еще одной проблемой — необходимостью оценки результатов периодического тестирования одного и того же спортсмена в разные периоды цикла или этапа подготовки. Для этой цели предложена шкала ГЦОЛИФКа, выраженная в формуле:

$$\text{Оценка, балл.} = 100 \left( 1 - \frac{\text{Лучший результат} - \text{оцениваемый результат}}{\text{Лучший результат} - \text{худший результат}} \right)$$

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

**Пример.** Лучший результат в тройном прыжке с места — 10 м 26 см, худший — 9 м 37 см. Текущий результат — 10 м ровно.

$$\text{Его оценка} = 100 \left( 1 - \frac{10,26 - 10,0}{10,26 - 9,37} \right) = 71 \text{ балл.}$$

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

Однако просто суммировать результаты конкретного спортсмена по всем тестам не совсем правильно, так как сами тесты неравнозначны. Например, из двух тестов (времени ре-

агирования на сигнал и времени удержания максимальной скорости бега) второй более важен для спринтера, чем первый. Эту важность (весомость) теста можно учитывать тремя способами:

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

2. Коэффициент каждому тесту устанавливается на основе факторного анализа. Он, как известно, позволяет выделить показатели с большим или меньшим факторным весом.

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

Во всех этих случаях полученные оценки называются «взвешенными».

Второй вариант оценки результатов комплексного контроля заключается в построении «профиля» спортсмена — графическую форму представления результатов тестирования. Линии графиков наглядно отражают сильные и слабые стороны подготовленности спортсменов.

### 3.4. Нормы — основы сравнения результатов

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

Есть официальные нормы: разрядные в ЕВСК, в прошлом — в комплексе ГТО. Используются и неофициальные нормы: их устанавливают тренеры или специалисты в области спортивной тренировки для классификации спортсменов по каким-либо качествам (свойствам, способностям).

Существует три вида норм: а) сопоставительные; б) индивидуальные; в) должные.

*Сопоставительные нормы* устанавливаются после сравнения достижений людей, принадлежащих к одной и той же совокупности. Процедура определения сопоставительных норм такова: 1) выбирается совокупность людей (например, студенты гуманитарных вузов Москвы); 2) определяются их достижения в комплексе тестов; 3) определяются средние величины и стандартные (среднеквадратические) отклонения; 4) значение  $\bar{x} \pm 0,5\sigma$  принимается за среднюю норму, а остальные градации (низкая — высокая, очень низкая — очень высокая) — в зависимости от коэффициента при  $\sigma$ . Например, значение результата в тесте свыше  $\bar{x} + 2\sigma$  считается «очень высокой» нормой.

Реализация такого подхода приведена в табл. 13.

Таблица 13. Классификация мужчин по уровню работоспособности  
(по К.Куперу)

Градация	Уровень	МП, мл/кг/мин
1	Очень слабый	28,0 и менее
2	Слабый	28,1 – 34,0
3	Средний	34,1 – 42,0
4	Хороший	42,1 – 52,0
5	Отличный	Свыше 52,1

*Индивидуальные нормы* основаны на сравнении показателей одного и того же спортсмена в разных состояниях. Эти нормы имеют исключительно важное значение для индивидуализации тренировки во всех видах спорта. Необходимость их определения возникла вследствие существенных различий в структуре тренированности спортсменов.

Градация индивидуальных норм устанавливается с помощью тех же статистических процедур. За среднюю норму здесь можно принимать показатели тестов, соответствующие среднему результату в соревновательном упражнении. Индивидуальные нормы широко используются в текущем контроле.

*Должные нормы* устанавливаются на основании требований, которые предъявляют человеку условия жизни, профессия, необходимость подготовки к защите Родины. Поэтому во многих случаях они опережают действительные показатели. В спортивной практике должны нормы устанавливаются так: 1) определяются информативные показатели подготовленности спортсмена; 2) измеряются результаты в соревновательном упражнении и соответствующие им достижения в тестах; 3) рассчитывается уравнение регрессии типа  $y = kx + b$ , где  $x$  — должный результат в тесте, а  $y$  — прогнозируемый результат в соревновательном упражнении. Должные результаты в тесте и являются должной нормой. Ее необходимо достичь, и только тогда можно будет показать запланированный в соревнованиях результат.

В основе сопоставительных, индивидуальных и должных норм лежит сравнение результатов одного спортсмена с результатами других спортсменов, показателей одного и того же спортсмена в разные периоды и в разных состояниях, имеющих данных с должными величинами.

*Возрастные нормы.* В практике физического воспитания наибольшее распространение получили возрастные нормы. Типич-

ным примером являются нормы комплексной программы физического воспитания учащихся общеобразовательной школы, нормы комплекса ГТО и т.д. Большинство из этих норм составлялись традиционным способом: результаты тестирования в различных возрастных группах обрабатывались с помощью стандартной шкалы, и на этой основе определялись нормы.

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

В соответствии с данными табл. 14 двигательный возраст, равный десяти годам, будет иметь мальчик любого паспортного возраста, прыгающий в длину с разбега на 2 м 76 см и метаящий мяч на 29 м. Чаще, однако, бывает так, что по одному тесту (например, прыжку) мальчик опережает свой паспортный возраст на два-три года, а по другому (метанию) — на один год. В этом случае определяется средняя арифметическая по всем тестам, комплексно отражающая двигательный возраст ребенка.

Определение норм может проводиться также с учетом совместного влияния на результаты в тестах паспортного возраста, длины и массы тела. Проводится регрессионный анализ и составляется уравнение:

$$Y = K_1X_1 + K_2X_2 + K_3X_3 + b,$$

где  $Y$  — должный результат в тесте;  $X_1$  — паспортный возраст;  $X_2$  — длина и  $X_3$  — масса тела.

На основании решений уравнений регрессии составляются номограммы, по которым легко определить должный результат.

**Пригодность норм.** Нормы составляются для определенной группы людей и пригодны только для этой группы. Например, по данным болгарских специалистов, норма в метании мяча массой 80 г для десятилетних детей, проживающих в Софии, — 28,7 м, в других городах — 30,3 м, в сельской местности — 31,6 м. Такая же ситуация и в нашей стране: нормы, разработанные в Прибалтике, не годятся для центра России и тем более для Средней Азии. Пригодность норм только для той совокупности, для которой они разработаны, называется *релевантностью* норм.

Опыт показывает, что у мальчиков 12 лет велики различия в длине тела: 130—170 см ( $\bar{x} = 149 \pm 9$  см). Чем выше рост, тем больше, как правило, и длина ног. Поэтому в беге на 60 м при одной и той же частоте шагов высокие дети будут показывать меньшее время.

*Возрастные нормы с учетом биологического возраста и особенностей телосложения.* Показатели биологического (двигательного) возраста человека лишены недостатков, свойственных

показателям паспортного возраста: их значения соответствуют среднему календарному возрасту людей. В табл. 14 представлен двигательный возраст по результатам в двух тестах.

Таблица 14. Двигательный возраст мальчиков по результатам прыжка в длину с разбега и метанию мяча (80 г)

Возраст, лет	Результаты, м	
	Прыжок	Метание мяча
7	1,98	18
8	2,27	23
9	2,54	25
10	2,76	29
11	3,00	33
12	3,23	36
13	3,42	39

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

Третья характеристика норм — их *современность*. Известно, что результаты в соревновательных упражнениях и тестах постоянно растут и пользоваться нормами, разработанными давно, не рекомендуется. Некоторые нормы, установленные много лет назад, воспринимаются сейчас как наивные, хотя в свое время они отражали действительную ситуацию, характеризующую средний уровень физического состояния человека.

### 3.5. Измерение качества

*Качество* — это обобщенное понятие, которое может относиться к продукции, услугам, процессам, труду и любой другой деятельности, включая физическую культуру и спорт.

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

*Квалиметрия* — это раздел метрологии, изучающий вопросы измерения и количественной оценки качественных показателей. *Измерение качества* — это установление соответствия между характеристиками таких показателей и требованиями к

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

На практике, однако, качество оценивается не по одному, а по нескольким признакам. При этом наивысшая обобщенная оценка не обязательно соответствует максимальным значениям по каждому признаку.

В основе квалиметрии лежат несколько исходных положений:

— любое качество можно измерить; количественные методы издавна применяются в спорте для оценки красоты и выразительности движений, а в настоящее время используются для оценки всех без исключения сторон спортивного мастерства, эффективности тренировочной и соревновательной деятельности, качества спортивного инвентаря и т.д;

— качество зависит от ряда свойств, образующих «*древо качества*».

**Пример** — древо качества исполнения упражнений в фигурном катании на коньках, состоящее из трех уровней — высшего (качество исполнения композиции в целом), среднего (техника исполнения и артистизм) и низшего (измеряемые показатели, характеризующие качество исполнения отдельных элементов);

— каждое свойство определяется двумя числами: *относительным показателем  $K$  и весомостью  $M$* ;

— сумма весомостей свойств на каждом уровне равна единице (или 100%).

Относительный показатель характеризует выявленный уровень измеряемого свойства ( в процентах от его максимально возможного уровня), а весомость — сравнительную важность разных показателей.

**Например**, фигурист получил за технику исполнения оценку  $K_c = 5,6$  балла, а за артистизм — оценку  $K_t = 5,4$  балла. Весомости техники исполнения и артистизма в фигурном катании на коньках признаны одинаковыми ( $M_c = M_t = 1,0$ ). Поэтому общая оценка  $Q = M_c K_c + M_t K_t$  составила 11,0 балла.

Методические приемы квалиметрии делятся на две группы: эвристические (интуитивные), основанные на экспертных оценках и анкетировании, и инструментальные, или аппаратные.

Проведение экспертизы и анкетирования — это отчасти техническая работа, предполагающая строгое соблюдение определенных правил, а отчасти — искусство, требующее интуиции и опыта.

**Метод экспертных оценок.** Экспертной называется оценка, получаемая путем выяснения мнений специалистов. Эксперт (от лат. *expertus* — опытный) — сведущее лицо, приглашаемое

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

Как правило, экспертное оценивание, или экспертиза, проводится в виде *опроса*, или *анкетирования*, группы экспертов. *Анкетой* называется опросный лист, содержащий вопросы, на которые нужно ответить письменно. Техника экспертизы и анкетирования — это сбор и обобщение мнений отдельных людей. Девиз экспертизы — «Ум хорошо, а два лучше!» Характерные примеры экспертизы: судейство в гимнастике и фигурном катании на коньках, конкурс на звание лучшего по профессии или лучшую научную работу и т. п.

К мнению специалистов обращаются всякий раз, когда осуществить измерения более точными методами невозможно или очень трудно. Порой лучше получить приблизительное решение немедленно, нежели долго искать пути точного решения. Но субъективная оценка значительно зависит от индивидуальных особенностей эксперта: квалификации, эрудиции, опыта, личных вкусов, состояния здоровья и т. п. Поэтому индивидуальные мнения рассматриваются как случайные величины и обрабатываются статистическими методами. Таким образом, современная экспертиза — это система организационных, логических и математико-статистических процедур, направленных на получение от специалистов информации, и ее анализ с целью выработки оптимальных решений. И лучший тренер (педагог, руководитель и т. п.) тот, который опирается одновременно на собственный опыт, на данные науки, на знания других людей.

Методика групповой экспертизы включает в себя: 1) формулировку задач; 2) отбор и комплектование группы экспертов; 3) составление плана экспертизы; 4) проведение опроса экспертов; 5) анализ и обработку полученной информации.

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

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

Для объективной оценки компетентности экспертов могут быть составлены специальные анкеты, отвечая на вопросы которых в течение строго определенного времени кандидаты в эксперты должны продемонстрировать свои знания. Кроме того, полезно предложить им заполнить анкету самооценки своих знаний. Опыт показывает, что люди с высокой самооценкой ошибаются меньше других.

Другой подход к отбору экспертов основан на определении эффективности их деятельности. *Абсолютная эффективность* деятельности эксперта определяется отношением числа случаев, когда эксперт верно предсказал дальнейший ход событий, к общему числу экспертиз, проведенных данным специалистом. Например, если эксперт участвовал в 10 экспертизах и 6 раз его точка зрения подтвердилась, то эффективность деятельности такого эксперта равна 0,6. *Относительная эффективность* деятельности эксперта — это отношение абсолютной эффективности его деятельности к средней абсолютной эффективности деятельности группы экспертов. *Объективная оценка* пригодности эксперта определяется по формуле:

$$\Delta M = (M - M_{\text{ист}}),$$

где  $M_{\text{ист}}$  — истинная оценка;  $M$  — оценка эксперта.

Желательно иметь однородную группу экспертов, но если это не удастся, то для каждого из них вводится *ранг*. Очевидно, что эксперт представляет тем большую ценность, чем выше показатель его деятельности. Для повышения качества экспертизы стараются повысить квалификацию экспертов путем специального обучения, тренировок и ознакомления с возможно более обширной объективной информацией по анализируемой проблеме. Судей во многих видах спорта можно рассматривать как своеобразных экспертов, оценивающих мастерство спортсмена (например, в гимнастике) или ход поединка (например, в боксе).

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

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

После оценивания объект, получивший у экспертов наибольшее предпочтение, получает наименьшую сумму рангов. Напомним, что в принятой оценочной шкале ранг определяет только место объекта относительно других объектов, подверг-

шихся экспертизе. Но оценить, насколько далеко эти объекты отстоят друг от друга, ранжирование не позволяет. В связи с этим метод ранжирования используется сравнительно редко.

Большее распространение получил метод *непосредственной оценки* объектов по шкале, когда эксперт помещает каждый объект в определенный оценочный интервал. Третий метод экспертизы — *последовательное сравнение факторов*.

Сравнение объектов экспертизы с помощью этого метода проводится так:

- 1) вначале они ранжируются в порядке значимости;
- 2) наиболее важному объекту приписывается оценка, равная единице, а остальным (тоже в порядке значимости) — оценки меньше единицы — до нуля;
- 3) эксперты решают, будет ли оценка первого объекта превосходить по значимости все остальные. Если да, то оценка «веса» этого объекта увеличивается еще больше; если нет, то тогда принимается решение уменьшить его оценку;
- 4) эта процедура повторяется до тех пор, пока не будут оценены все объекты.

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

Широкое распространение в физической культуре и спорте получил такой метод экспертных оценок, как *анкетирование*. Анкета здесь представлена как последовательный набор вопросов, по ответам на которые судят об относительной важности рассматриваемого свойства или о вероятности свершения каких-либо событий.

При составлении анкет наибольшее внимание уделяется четкой и осмысленной формулировке вопросов. По своему характеру они подразделяются на следующие типы:

- 1) вопрос, при ответе на который необходимо выбрать одно из заранее сформулированных мнений (в некоторых случаях каждому из этих мнений эксперт должен дать количественную оценку по шкале порядка);
- 2) вопрос о том, какое решение принял бы эксперт в определенной ситуации (и здесь возможен выбор нескольких решений с количественной оценкой предпочтительности каждого из них);
- 3) вопрос, требующий оценить численные значения какой-либо величины.

Опрос может проводиться как очно, так и заочно в один или несколько туров.

Развитие вычислительной техники позволяет проводить анкетирование в режиме диалога с ЭВМ. Особенностью диало-

гового метода является составление математической программы, предусматривающей логическое построение вопросов и очередность их воспроизведения на дисплее в зависимости от типов ответов на них. В память машины закладываются стандартные ситуации, позволяющие контролировать правильность ввода ответов, соответствие численных значений диапазону реальных данных. ЭВМ контролирует возможность ошибок и в случае их появления находит причину и указывает на нее.

В последнее время квалиметрические методы (экспертиза, анкетирование и др.) все чаще используются для решения оптимизационных задач (оптимизация соревновательной деятельности, тренировочного процесса). Современный подход к задачам оптимизации связан с имитационным моделированием соревновательной и тренировочной деятельности. В отличие от других видов моделирования при синтезе имитационной модели наряду с математически точными данными используется качественная информация, собираемая методами экспертизы, анкетирования и наблюдения. Например, при моделировании соревновательной деятельности лыжников нельзя точно предсказать коэффициент скольжения. Его вероятную величину можно оценить путем опроса специалистов по смазке лыж, знакомых с климатическими условиями и особенностями трассы, на которой будут проходить соревнования.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие параметры являются основными измеряемыми и контролируемыми в современной теории и практике спорта?
2. Почему изменчивость является одной из особенностей спортсмена как объекта измерений?
3. Почему следует стремиться снизить число измеряемых переменных, контролируемых состояние спортсмена?
4. Что характеризует качественность при исследованиях в спорте?
5. Какую возможность предоставляет спортсмену адаптивность?
6. Что называется тестом?
7. Каковы метрологические требования к тестам?
8. Какие тесты называются добротными?
9. В чем разница между нормативно-ориентированным и критериально-ориентированным тестом?
10. Какие существуют разновидности двигательных тестов?
11. В чем разница гомогенных и гетерогенных тестов?
12. Какие требования должны соблюдаться для стандартизации проведения тестирования?
13. Что называется надежностью теста?
14. Что вносит погрешность в результаты тестирования?
15. Что понимают под стабильностью теста?
16. От чего зависит стабильность теста?

17. Чем характеризуется согласованность теста?
18. Какие тесты называются эквивалентными?
19. Что понимают под информативностью теста?
20. Какие существуют методы определения информативности тестов?
21. В чем суть логического метода определения информативности тестов?
22. Что обычно используют в качестве критерия при определении информативности тестов?
23. Как поступают при определении информативности тестов, когда отсутствует единичный критерий?
24. Что называется педагогической оценкой?
25. По какой схеме происходит оценивание?
26. Какими способами можно перевести результаты тестирования в баллы?
27. Что такое шкала оценок?
28. Каковы особенности пропорциональной шкалы?
29. В чем отличия прогрессирующей шкалы от регрессирующей?
30. В каких случаях применяются сигмовидные шкалы оценок?
31. В чем достоинство перцентильной шкалы?
32. Для чего могут использоваться шкалы выбранных точек?
33. Для каких целей используется шкала ГЦОЛИФКа?
34. Какие существуют варианты оценки результатов тестирования спортсменов по комплексу тестов?
35. Что называется нормой в спортивной метрологии?
36. На чем основаны индивидуальные нормы?
37. Как устанавливаются должные нормы в спортивной практике?
38. Как составляются большинство возрастных норм?
39. Какие существуют характеристики норм?
40. Что изучает квалиметрия?
41. В каком виде проводится экспертное оценивание?
42. Какими качествами должен обладать эксперт?
43. Как определяется объективная оценка пригодности эксперта?

## РАЗДЕЛ II

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### ГЛАВА 4

## ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

### 4.1. Погрешности измерений

Теперь ясно, что никакое измерение не может быть выполнено абсолютно точно и результат измерения неизбежно содержит погрешность, величина которой тем меньше, чем точнее метод измерения и измерительный прибор. Так, с помощью обычной линейки с миллиметровыми делениями нельзя измерить длину с точностью до 0,01 мм.

Одна из главных задач метрологии — обеспечение единства измерений — может быть решена при соблюдении двух основополагающих условий:

- выражение результатов измерений в единых узаконенных единицах;

- установление допустимых ошибок (погрешностей) результатов измерений и пределов, за которые они не должны выходить при заданной вероятности.

*Погрешностью* называют отклонение результата измерений от действительного (истинного) значения измеряемой величины. При этом:

- истинное значение физической величины считается неизвестным и применяется в теоретических исследованиях;

- действительное значение физической величины устанавливается экспериментальным путем в предположении, что результат эксперимента (измерения) в максимальной степени приближается к истинному значению.

*По причинам возникновения погрешности* разделяют на инструментальные, методические и субъективные.

*Инструментальная (аппаратурная) погрешность* — погрешность средства измерения (составляющая погрешности средства измерения), вызываемая несовершенством средства измерения, его конструктивно-технологическими особенностями, неидеальной реализацией принципа действия и влиянием внешних условий. К инструментальным погрешностям обычно относят также помехи на входе средств измерения, вызываемые его подключением к объекту. Инструментальная погрешность является одной из наиболее ощутимых составляющих погрешности измерений.

*Методическая погрешность* — составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством примененного метода измерений и упрощений при построении конструкции средства измерений, в том числе математических зависимостей. Иногда средства измерений влияют на измеряемый объект. Например, маска для забора выдыхаемого воздуха затрудняет дыхание, и спортсмен может продемонстрировать заниженную работоспособность по сравнению с той, какую бы он мог продемонстрировать без маски. В большинстве случаев эти погрешности «действуют» регулярно, т.е. относятся к систематическим.

*Субъективная (личная) погрешность* возникает вследствие индивидуальных особенностей (степени внимательности, сосредоточенности, подготовленности) операторов, производящих измерения. Эти погрешности практически отсутствуют при использовании автоматических или автоматизированных средств измерений. В большинстве случаев субъективные погрешности относятся к случайным, но некоторые могут быть и систематическими.

Погрешности измерений приводятся обычно в технической документации на средства измерений или в нормативных документах. Но если учесть, что погрешность зависит еще и от условий, в которых проводится само измерение, от экспериментальной ошибки методики и субъективных факторов человека в случаях, где он непосредственно участвует в измерениях, то следует говорить о нескольких составляющих погрешности измерения, или о суммарной погрешности.

*По условиям проведения измерений* различают основные и дополнительные погрешности средств измерений.

*Основная погрешность* — это погрешность метода измерения или измерительного прибора, которая имеет место в нормальных условиях их применения. Эти условия устанавливаются нормативно-техническими документами на виды средств измерений или отдельные их типы. Выделение основной погрешности, соответствующей некоторым стандартным условиям применения, — один из важных факторов обеспечения единства измерений. Кроме нормальных условий в техническом паспорте (описании) и других документах на тип средства изме-

рения указываются также *рабочие условия*, в пределах которых допускается эксплуатация средства измерения с гарантированными метрологическими характеристиками.

*Дополнительная погрешность* — погрешность измерительного прибора, вызванная отклонением одной из влияющих величин от нормального значения (или выхода значения влияющей величины за пределы нормальной области значений). Влияющими называются величины, не измеряемые рассматриваемыми средствами измерений, но оказывающие влияние на результаты измерений. Например, прибор, предназначенный для работы при комнатной температуре, будет давать неточные показания, если пользоваться им летом на стадионе под палящим солнцем или зимой на морозе. Погрешности измерения могут возникать и в тех случаях, когда напряжение электрической сети или батарейного источника питания ниже нормы или непостоянно по величине. К дополнительным относится и динамическая погрешность, обусловленная инерционностью измерительного прибора и возникающая в тех случаях, когда измеряемая величина колеблется необычно быстро. Например, некоторые пульсотонометры (приборы для измерения частоты сердечных сокращений — ЧСС) рассчитаны на измерение средних величин ЧСС и не способны улавливать непродолжительные отклонения частоты от среднего уровня.

*По форме* величины основной и дополнительной погрешностей могут быть представлены как в абсолютных, так и в относительных единицах.

Величина  $\Delta A = A - A_0$ , равная разности между показанием измерительного прибора ( $A$ ) и истинным значением измеряемой величины ( $A_0$ ), называется *абсолютной погрешностью* измерения. Она измеряется в тех же единицах, что и сама измеряемая величина.

На практике часто удобнее пользоваться не абсолютной, а *относительной погрешностью*. Различают относительную погрешность двух видов — действительную и приведенную.

*Действительной относительной погрешностью* называется отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины:

$$\Delta A_d = \frac{\Delta A}{A_0} \cdot 100\%.$$

*Приведенная относительная погрешность* — это отношение абсолютной погрешности к максимально возможному значению измеряемой величины:

$$\Delta A = \frac{\Delta A}{\Delta A_m} \cdot 100\%.$$

Когда оценивается не погрешность измерения, а погрешность измерительного прибора, за максимальное значение измеряемой величины принимают предельное значение шкалы прибора. В этом случае наибольшее допустимое значение  $\Delta A_{\text{п}}$ , выраженное в процентах, определяет в нормальных условиях работы *класс точности измерительного прибора*. При этом учитывается только основная погрешность. Так, пульсотаксометр класса точности 1,0, рассчитанный на измерение ЧСС в диапазоне до 200 уд/мин, может в нормальных условиях работы вносить в измерение погрешность, равную 200 уд/мин ( $0,01 = 2$  уд/мин).

Относительная погрешность обычно измеряется в процентах, и она всегда положительна. Абсолютная погрешность может быть и положительной, и отрицательной.

**Пример.** Темп бега спортсмена, измеренный визуально, без помощи измерительных приборов, был равен 205 шаг/мин. Одновременно опорные периоды бега регистрировались с помощью радиотелеметрической системы. Такой объективный контроль показал, что в действительности темп бега составлял 200 шаг/мин. Требуется найти величины абсолютной и относительной погрешностей, допущенных при визуальном измерении темпа бега.

Введем обозначения:

темп бега, измеренный визуально,  $A = 205$  шаг/мин, истинный темп бега  $A_0 = 200$  шаг/мин, абсолютная погрешность  $\Delta A = A - A_0 = 5$  шаг/мин.

Относительная погрешность (действительная)  $\Delta A_{\text{д}} = \Delta A / A_0 \cdot 100\% = 2,5\%$ . Таким образом, абсолютная погрешность визуального измерения темпа бега равна 5 шаг/мин, действительная относительная погрешность равна 2,5%.

Поскольку предельное значение темпа бега в условии задачи не указано, приведенную относительную погрешность определить нельзя.

*Изменения результатов* при повторных измерениях погрешности разделяются по характеру на систематические, случайные и грубые.

*Систематической* называется погрешность, величина которой не меняется от измерения к измерению, и поэтому она часто может быть предсказана заранее или, в крайнем случае, обнаружена и устранена по окончании процесса измерения.

Способ устранения систематической погрешности зависит в первую очередь от ее природы. Систематические погрешности измерения можно разделить на три группы:

- 1) погрешности известного происхождения и известной величины;
- 2) погрешности известного происхождения, но неизвестной величины;
- 3) погрешности неизвестного происхождения и неизвестной величины.

Самые безобидные — погрешности первой группы. Они легко устраняются путем введения соответствующих поправок в

результат измерения. Например, при определении результата прыжка рулеткой возможно изменение ее длины из-за различий в температуре воздуха. Введение поправки поможет устранить эту погрешность.

Ко второй группе относятся прежде всего погрешности, связанные с несовершенством метода измерения и измерительной аппаратуры. Например, погрешность измерения физической работоспособности с помощью маски для забора выдыхаемого воздуха: маска затрудняет дыхание, и спортсмен закономерно демонстрирует физическую работоспособность, заниженную по сравнению с истинной, измеряемой без маски. Величину этой погрешности нельзя предсказать заранее: она зависит от индивидуальных особенностей спортсмена и его самочувствия в момент исследования. Другой пример систематической погрешности этой группы — погрешность, связанная с несовершенством аппаратуры, когда измерительный прибор заведомо завышает или занижает истинное значение измеряемой величины, но величина погрешности неизвестна. Если класс точности динамометра для измерения силовых качеств спортсменов составляет 2,0, то его показания правильны с точностью до 2% в пределах шкалы прибора. Но если проводить несколько измерений подряд, то ошибка в первом из них может быть равной 0,3%, во втором — 2%, в третьем — 0,7% и т.д. При этом точно определить ее значения для каждого измерения невозможно.

Погрешности третьей группы наиболее опасны, их появление бывает связано как с несовершенством метода измерения, так и с особенностями объекта измерения — спортсмена. Объектами измерений в спортивной практике являются действия и движения спортсмена, его социальные, психологические, биохимические и другие показатели. Измерения такого типа характеризуются определенной вариативностью, и в ее основе может быть множество причин. В качестве примера предположим, что при измерении времени сложной реакции хоккеистов используется методика, суммарная систематическая погрешность которой по первым трем группам не превышает 1%. Но в серии повторных измерений конкретного спортсмена получают такие значения времени реакции (ВР): 0,653 с; 0,526 с; 0,755 с и т.д. Различия в результатах измерений обусловлены внутренними свойствами спортсменов: один из них стабилен и реагирует практически одинаково быстро во всех попытках, другой — нестабилен. Однако и эта стабильность (или нестабильность) может измениться в зависимости от утомления, эмоционального возбуждения, повышения уровня подготовленности. Систематический контроль за спортсменами позволяет определить меру их стабильности и учитывать возможные погрешности измерений.

Среди способов, с помощью которых ведется борьба с систематической погрешностью, следует выделить тарирование, калибровку и рандомизацию.

*Тарированием* называется проверка показаний измерительных приборов путем сравнения с показаниями образцовых значений мер (эталонов) во всем диапазоне возможных значений измеряемой величины.

*Калибровкой* называется определение погрешностей или поправка для совокупности мер (например, набора динамометров). И при тарировании, и при калибровке ко входу измерительной системы вместо спортсмена подключается источник эталонного сигнала известной величины. Например, тарируя установку для измерений усилий, на тензометрическую платформу поочередно помещают грузы весом 10, 20, 30 и т.д. килограммов.

*Рандомизацией* называется превращение систематической погрешности в случайную. Этот прием направлен на устранение неизвестных систематических погрешностей. По методу рандомизации измерение изучаемой величины производится несколько раз. При этом измерение организуется так, чтобы постоянный фактор, влияющий на их результат, действовал в каждом случае по-разному. Так, при исследовании физической работоспособности можно рекомендовать измерять ее многократно, всякий раз меняя способ задания нагрузки. По окончании всех измерений их результаты усредняются по правилам математической статистики.

*Случайные погрешности* возникают под действием разнообразных факторов, которые ни предсказать заранее, ни точно учесть не удастся. Случайные погрешности принципиально неустранимы. Однако, воспользовавшись методами математической статистики, можно оценить величину случайной погрешности и учесть ее при интерпретации результатов измерения. Без статистической обработки результаты измерений не могут считаться достоверными.

*Грубой* называют погрешность измерения, существенно превышающую ожидаемую при заданных условиях. Причиной появления грубой погрешности может быть внезапный скачок напряжения в сети питания прибора, незамеченное нарушение методики выполнения измерений, неверное снятие отсчета или неверная запись результата. Грубые погрешности измерения, приводящие к явно нелепым результатам, легко обнаруживаются, и такие результаты исключают из массива полученных данных. Некоторые из них нельзя уверенно исключить. Поэтому их выявляют статистическими методами, суть которых заключается в том, что грубыми признают те погрешности, вероятность появления которых не превышает некоторой заранее выбранной величины.

## 4.2. Единство измерений

*Под единством измерений* понимается такое их состояние, при котором обеспечивается достоверность измерений, а значения измеряемых величин выражаются в узаконенных единицах.

Как уже говорилось ранее, в 1993 г. принят Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». До этого правовые нормы устанавливались постановлениями правительства. По сравнению с положениями этих постановлений Закон установил ряд нововведений — от терминологии до лицензирования метрологической деятельности в стране. Четко разделены функции государственного метрологического контроля и надзора; пересмотрены правила калибровки, введена добровольная сертификация средств измерений и др.

Метрология относится к такой сфере деятельности, в которой основные положения обязательно должны быть закреплены именно законом, принимаемым высшим законодательным органом страны. Юридические нормы, непосредственно направленные на защиту прав и интересов потребителей, в правовом государстве регулируются стабильными законодательными актами, и поэтому положения по метрологии, действовавшие до введения Закона «Об обеспечении единства измерений», применяются лишь в части, не противоречащей ему.

Этот Закон устанавливает и законодательно закрепляет основные понятия, принимаемые для целей Закона: единство измерений, средство измерений, эталон единицы величины, государственный эталон единицы величины, нормативные документы по обеспечению единства измерений, метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, аккредитация на право поверки средств измерений, сертификат о калибровке. В основу определений положена официальная терминология Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ). Основные статьи Закона устанавливают:

- организационную структуру государственного управления обеспечением единства измерений;
- нормативные документы по обеспечению единства измерений;
- единицы величин и государственные эталоны единиц величин;
- средства и методики измерений.

Закон определяет *Государственную метрологическую службу* и другие службы обеспечения единства измерений, метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц, а также виды и сферы распределения государственного метрологического контроля и надзора. Ста-

ты Закона содержат положение по калибровке и сертификации средств измерений и устанавливают виды ответственности за нарушение Закона. В Законе определены состав и компетенция Государственной метрологической службы и ее отношения с отраслями и ведомствами. Межотраслевой характер деятельности закрепляет правовое положение Государственной метрологической службы, аналогичное другим межотраслевым и контрольно-надзорным органам государственного управления (Госэнергонадзор, Госсанэпиднадзор и др.).

Современный этап развития экономики России вызывает трудности в реализации некоторых положений Закона (например, касающихся поверки и аккредитации соответствующих служб на право поверки, а также утверждения типа средств измерений), в связи с чем требуются дальнейшее совершенствование, актуализация, конкретизация законодательных положений. Но вместе с тем по крайней мере три причины требовали законодательного закрепления российской системы измерений:

— использование неверных приборов или методик выполнения измерений ведет к нарушению технологических процессов, потерям энергетических ресурсов, аварийным ситуациям, браку и др.;

— значительные затраты на получение достоверных результатов измерений. В странах с развитой экономикой на измерения расходуется почти 6% ВВП. Трудоемкость измерительных процедур по оценке стоимости элементарных измерительных действий, выполненных вручную и выраженных во времени (например, в часах), составляет около 25% общей трудоемкости научно-исследовательской деятельности в спорте;

— децентрализация управления экономикой вызывает необходимость структурных изменений в метрологии.

Закон дает возможность для создания в России новой системы измерений, которая может взаимодействовать с национальными системами измерений зарубежных стран. Это необходимо для взаимного признания результатов испытаний и сертификации, а также для использования мирового опыта и тенденций в современной метрологии.

Впервые введен институт лицензирования метрологической деятельности. Право выдачи лицензии предоставлено исключительно органам Государственной метрологической службы. Новым является введение обязательной сертификации продукции и услуг, включая спортивно-оздоровительные.

Закон «Об обеспечении единства измерений» укрепляет правовую базу для международного сотрудничества в области метрологии. Во исполнение принятого закона Правительство РФ в 1994 г. утвердило ряд документов: «Положение о государственных научно-метрологических центрах», «Порядок утверждения положений о метрологических службах федеральных органов ис-

полнительной власти и юридических лиц», «Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений», «Положение о метрологическом обеспечении обороны в Российской Федерации».

Эти документы вместе с указанным законом составляют *законодательную метрологию*, которая является *правовой основой* обеспечения единства измерений.

Законом РФ «Об обеспечении единства измерений» предусмотрена юридическая ответственность нарушителей метрологических правил и норм, установлены различные меры пресечения или предупреждения нарушений (запреты, обязательные предписания и др.), предусмотрена возможность привлечения нарушителей к административной, гражданско-правовой или уголовной ответственности. Установлено, что рассматривать дела об административных правонарушениях и налагать административные взыскания от имени органов Госстандарта вправе:

— главный государственный инспектор Российской Федерации по надзору за государственными стандартами и обеспечению единства измерений;

— главные государственные инспекторы республик в составе Российской Федерации, краев, областей, автономных областей, автономных округов, городов Москвы и Санкт-Петербурга по надзору за государственными стандартами и обеспечению единства измерений.

В *организационном плане* единство измерений обеспечивает метрологическая служба России, состоящей из государственной и ведомственных метрологических служб. Ведомственная метрологическая служба есть и в спортивной отрасли.

*Технической базой* обеспечения единства измерений является система воспроизведения определенных размеров физических величин и передачи информации о них всем без исключения средствам измерений в стране.

Главная измерительная процедура сводится к сравнению неизвестного размера с известным, в качестве которого выступает размер соответствующей единицы СИ. Информация об этих единицах и их размерах содержится в нормативно-технических документах. Чем ближе используемый для сравнения размер единицы к ее определению, тем точнее в этих единицах будет выражено значение измеряемой физической величины. Этим объясняются высокие требования к точности воспроизведения единиц, удовлетворение которых составляет одно из важнейших направлений постоянных метрологических работ.

Размеры единиц могут воспроизводиться там же, где выполняются измерения, либо информация о них должна передаваться с места их централизованного хранения или воспроизведения. В зависимости от этого различают *децентрализованное* и *централизованное воспроизведение единиц*.

## Вопросы для самоконтроля

1. Опишите математическую модель измерения по шкале отношений.
2. Какие факторы влияют на качество измерений?
3. Что называется погрешностью измерений?
4. Как разделяются погрешности в зависимости от условий проведения?
5. Как разделяют погрешности в зависимости от причин возникновения?
6. Как разделяют погрешности по форме представления?
7. Опишите погрешности по характеру проявления.
8. Какие погрешности называются систематическими?
9. Какие способы устранения систематических погрешностей вы знаете?
10. Какие погрешности называются случайными и какие грубыми?
11. Что понимается под единством измерений?
12. Чем устанавливаются правовые нормы метрологии?
13. Что устанавливают основные статьи Закона «Об обеспечении единства измерений»?
14. Что является правовой основой обеспечения единства измерений?
15. Что является технической базой для обеспечения единства измерений?

## ГЛАВА 5

### СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

#### 5.1. Эталоны, их классификация и виды

Централизованное воспроизведение единиц осуществляется с помощью специальных технических средств, называемых *эталоны*. *Эталон* — это высокоточная мера, предназначенная для воспроизведения и хранения единицы величины с целью передачи ее размера другим средствам измерений, выполненная по особой спецификации и официально утвержденная в установленном порядке в качестве эталона. От эталона единица величины передается *разрядным эталонам*, а от них — *рабочим средствам измерений*. Эталоны классифицируют на *первичные, вторичные и рабочие*.

*Первичный эталон* — это эталон, воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей точностью, возможной в данной области измерений на современном уровне научно-технических достижений. Первичный эталон может быть *национальным (государственным) и международным*. Эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы в особых условиях и заменяющий в этих условиях первичный эталон, называется *специальным*. Официально утвержденные в качестве исходных для страны первичный или специальный эталоны называются

государственными. Национальный эталон утверждается в качестве исходного средства измерения для страны национальным органом по метрологии. В России национальные (государственные) эталоны утверждает Госстандарт РФ.

Международные эталоны хранит и поддерживает Международное бюро мер и весов (МБМВ). Важнейшая задача деятельности МБМВ состоит в систематических международных сличениях национальных эталонов крупнейших метрологических лабораторий разных стран с международными эталонами. Сличению подлежат эталоны как основных величин системы СИ, так и производных. Установлены определенные периоды сличения. Так, эталоны метра и килограмма сличают каждые 25 лет, а электрические и световые эталоны — один раз в 3 года.

Первичному эталону соподчинены вторичные и рабочие (разрядные) эталоны. Размер единицы, воспроизводимой вторичным эталоном, сличается с государственным эталоном. *Вторичные эталоны* (их иногда называют «эталон-копии») могут утверждаться либо Госстандартом РФ, либо государственными научными метрологическими центрами, что связано с особенностями их использования. *Рабочие эталоны* воспроизпринимают размер единицы от вторичных эталонов и в свою очередь служат для передачи размера менее точному рабочему эталону (или эталону более низкого разряда) и рабочим средствам измерений.

Самыми первыми официально утвержденными эталонами были прототипы метра и килограмма, изготовленные во Франции (рис. 9), которые в 1799 г. были переданы на хранение в Национальный архив Франции, поэтому их стали называть «метр Архива» и «килограмм Архива». Каждый эталон основной или производной единицы Международной системы СИ имеет свою интересную историю и связан с тонкими научными исследованиями и экспериментами.

## 5.2. Меры, наборы мер

Для практического измерения единицы величины применяются технические средства, которые имеют нормированные погрешности и называются *средствами измерений*. К сред-

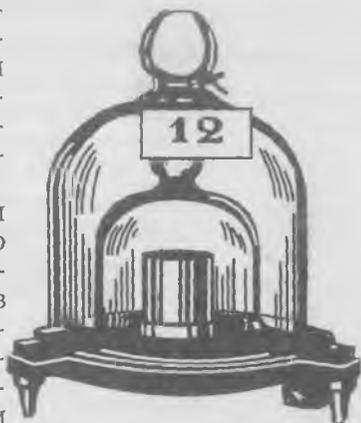


Рис. 9. Эталон килограмма

ствам измерений относятся: меры, датчики информации (индикаторы), измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и системы, измерительные принадлежности.

*Мерой* называется средство измерения, предназначенное для воспроизведения физических величин заданного размера. К данному виду средств измерений относятся гири, концевые меры длины и т.п. На практике используют однозначные и многозначные меры, а также наборы и магазины мер.

*Однозначные меры* воспроизводят величины только одного размера (гири). *Многозначные меры* воспроизводят несколько размеров физической величины. Например, миллиметровая линейка дает возможность выразить длину предмета в сантиметрах и в миллиметрах.

Наборы и магазины представляют собой объединение (сочетание) однозначных или многозначных мер для получения возможности воспроизведения некоторых промежуточных или суммарных значений величины. *Набор мер* представляет собой комплект однородных мер разного размера, что дает возможность применять их в нужных сочетаниях (набор лабораторных гирь). *Магазин мер* — сочетание мер, конструктивно объединенных в одно механическое целое, в котором предусмотрена возможность посредством ручных или автоматизированных переключателей, связанных с отсчетным устройством, соединять составляющие магазин меры в нужном сочетании (магазин электрических сопротивлений). Измерения методом сравнения с мерой выполняют с помощью специальных технических устройств — *компараторов*. Компараторами служат равноплечие весы, измерительный мост и т.д. Иногда в качестве компаратора выступает человек.

К однозначным мерам относят стандартные образцы и стандартные вещества. *Стандартный образец* — это должным образом оформленная проба вещества (материала), которая подвергается метрологической аттестации с целью установления количественного значения определенной характеристики. Эта характеристика (или свойство) является величиной с известным значением при установленных условиях внешней среды.

При пользовании мерами следует учитывать номинальное и действительное значения мер, а также погрешность меры и ее разряд. *Номинальным* называют значение меры, указанное на ней. *Действительное значение* меры должно быть указано в специальном свидетельстве как результат высокоточного измерения с использованием официального эталона.

Разность между номинальным и действительным значениями называется *погрешностью меры*. Величина, противоположная по знаку погрешности, представляет собой поправку к указанному на мере номинальному значению. Так как при ат-

тестации (поверке) также могут быть погрешности, меры подразделяют на разряды (1-й, 2-й и т.д.) и называют *разрядными эталонами* (образцовые измерительные средства), которые используют для поверки измерительных средств.

### 5.3. Измерительные преобразователи

Так как измеряются свойства, в качественном отношении общие для многих объектов или явлений, эти свойства без участия органов чувств человека должны быть каким-то образом обнаружены, в чем-то должны проявиться. Технические устройства, предназначенные для обнаружения (индикации) физических свойств, называются *индикаторами*. Стрелка магнитного компаса, например, — индикатор напряженности магнитного поля; осветительная электрическая лампочка — индикатор электрического напряжения в сети; лакмусовая бумага — индикатор активности ионов водорода в растворах.

Основное назначение датчиков — восприятие физических величин, характеризующих измеряемые явления (движений спортсмена). Это средство измерений служит для преобразования сигнала измерительной информации в форму, удобную для обработки или хранения, а также передачи в показывающее устройство. Датчики, воспринимающие информацию, либо входят в конструктивную схему измерительного прибора, либо применяются совместно с ним, но сигнал преобразователя не поддается непосредственному восприятию наблюдателем. Преобразуемую величину называют входной, а результат преобразования — выходной величиной. Основной метрологической характеристикой измерительного преобразователя считается соотношение между входной и выходной величинами, называемое *функцией преобразования*.

Преобразователи подразделяются на *первичные* (непосредственно воспринимающие измеряемую величину), *передающие*, на выходе которых величина приобретает форму, удобную для регистрации или передачи на расстояние, *промежуточные*, работающие в сочетании с первичными и не влияющие на изменение физической величины.

В качестве первичных преобразователей в физической культуре и спорте наиболее популярны: фотодиоды, реостатные датчики, тензорезисторы, акселерометры. *Фотодиоды* используются в устройствах, с помощью которых измеряют время движений. Входная величина фотодиодов — освещенность, выходная — постоянный ток. Они чувствительны в диапазоне от 0 до 500 Гц и имеют погрешность в 1–3%. Эту погрешность можно уменьшить точностью установки фотопреобразователей на дистанции, степенью фокусировки и временем переключения.

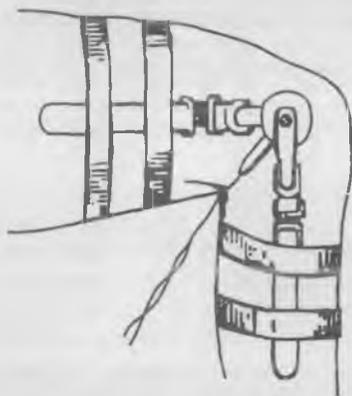


Рис. 10. Крепление датчика гониограммы

Реостатные датчики наиболее часто используются в устройствах, с помощью которых измеряют амплитуду движений в различных суставах (рис. 10). Входная величина реостатного датчика — линейное и угловое перемещение, выходная — изменение сопротивления. У этих датчиков высокая чувствительность и сравнительно небольшие погрешности.

Тензорезисторы являются чувствительным элементом измерительной системы, с помощью которой оцениваются динамические показатели движений. Входная величина тензорезисторов — перемещение, выходная — изменение со-

противления. Достоинством их являются невысокая стоимость, устойчивость к вибрациям и малая погрешность измерений.

Акселерометры предназначены для измерения ускорений. В основе работы акселерометров лежит измерение силы инерции, возникающей при движении. Сила инерции вызывает отклонение массы акселерометра, которое прямо пропорционально ускорению. Это отклонение измеряется тензорезистором или пьезоэлектрическим датчиком. С помощью индикаторов устанавливается наличие измеряемой величины и регистрируется изменение ее размера. В этом отношении индикаторы играют ту же роль, что и органы чувств человека, но значительно расширяют их возможности. Человек, например, слышит в диапазоне частот от 16 Гц до 20 кГц, в то время как техническими средствами обнаруживаются звуковые колебания в диапазоне от инфранизких (доли герца) до ультравысоких (десятки и сотни килогерц) частот. В то же время не создано еще технических устройств, которые могли бы соперничать с обонянием человека или животных.

Так как индикаторы должны обнаруживать проявление свойств окружающего мира, их важнейшей технической характеристикой служит *порог обнаружения* (иногда его называют *порогом чувствительности*). Чем меньше порог обнаружения, тем более слабое проявление свойства регистрируется индикатором. Современные индикаторы обладают очень низкими порогами обнаружения, лежащими на уровне фоновых помех и собственных шумов аппаратуры.

Индикаторы служат средствами измерений по шкале порядка. Для измерения по шкале отношений необходимо сравнить неизвестный размер с известным и выразить первый через второй в кратном или дольном отношении. Если физическая ве-

личина известного размера есть в наличии, то она непосредственно используется для сравнения. Так, длину измеряют линейкой, плоский угол — транспортиром, массу — с помощью гири и весов. Если же физической величины известного размера в наличии нет, то сравнивается реакция (отклик) прибора на воздействие измеряемой величины с проявившейся ранее реакцией на воздействие той же величины, но известного размера. Так, силу электрического тока измеряют амперметром, электрическое напряжение — вольтметром, скорость — спидометром и т.д. При этом предполагается, что соотношение между откликами такое же, как и между сравниваемыми размерами. Для облегчения сравнения отклик на известное воздействие еще на стадии изготовления прибора фиксируют на шкале отсчетного устройства, после чего шкалу разбивают на деления в кратном и дольном отношении. Эта процедура называется *градуировкой шкалы*. При измерениях она позволяет по положению указателя получать результат сравнения непосредственно на шкале отношений.

Информацию, воспринятую датчиками, необходимо преобразовать в величину, пригодную для последующего анализа. Делается это по следующим причинам:

- слишком разнообразны входные (измеряемые) величины;
- не для всякой из них есть шкала мер;
- значительны трудности передачи измерений величины в ее исходном виде.

Преобразование осуществляется с помощью устройств, на выходе которых формируется сигнал, удобный для последующего анализа. Например, изменение длины проводника, вызванное воздействием силы, преобразуется в электрическое напряжение. В процессе преобразования измерительной информации происходит и усиление сигнала, воспринятого датчиком. Измерительные преобразователи получили очень широкое распространение. К ним относятся термопары, измерительные усилители, преобразователи давления и многие другие. В спорте для усиления сигналов, снимаемых с первичных преобразователей биомеханических параметров движений, чаще используют тензоусилители и миниатюрные операционные усилители постоянного тока, коэффициент усиления которых достигает 500 000.

#### 5.4. Измерительные приборы, установки и системы

*Измерительные приборы* — это средства измерений, которые позволяют получать измерительную информацию в форме, удобной для восприятия пользователем. Они представляют собой совокупность преобразовательных элементов, образующих измерительную цепь, и *отсчетного устройства*. В отличие



Рис. 11. Лицевая панель амперметра с равномерной шкалой

на показывающем устройстве, имеющем соответствующую градуировку в единицах этой величины. К таким приборам относят амперметры, вольтметры, термометры и т. п. (рис. 11).

*Приборы сравнения* предназначаются для сравнения измеряемых величин с величинами, значения которых известны. Приборы этой категории используются в научных целях и в практике, например для измерения яркости источников излучения, давления сжатого воздуха и т. д.

*Измерительные установки* состоят из функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, собранных в одном месте. В измерительных системах эти средства и устройства территориально разобщены и соединены каналами связи. Обычно такие системы автоматизированы и обеспечивают ввод информации в систему, автоматизацию самого процесса измерения, обработку и отображение результатов измерений для восприятия их пользователем. В качестве примера приводим схему тензодинамографических измерений в спорте (рис. 12).

Вспомогательные средства измерений величин, называемые *измерительными принадлежностями*, необходимы для вычисления поправок к результатам измерений, если требуется высокая степень точности. Например, термометр может быть вспомогательным средством, если показания прибора достоверны при строго регламентированной температуре, психрометр — если строго оговаривается влажность окружающей среды.

По метрологическому назначению выделяют *рабочие средства* измерений, которые применяют для определения параметров (характеристик) технологических процессов, окружающей среды, параметров тренировочной деятельности спортсменов и др. Рабочие средства могут быть *лабораторными* (для научных исследований, они самые точные и чувствительные), *производственными* (для обеспечения и контроля заданных характеристик

от вещественной меры прибор не воспроизводит известного значения физической величины. Измеряемая величина должна подводиться к нему и воздействовать на его первичный преобразователь. Различают приборы прямого действия и приборы сравнения.

*Приборы прямого действия* отображают измеряемую величину



Рис. 12. Схема электронно-измерительной системы для измерения опорных реакций в спорте

технологических процессов, обладают устойчивостью к воздействиям различных факторов производственного процесса: температуры, влажности, вибрации и т.п.), *полевыми* (для самолетов, автомобилей, судов; работают в условиях, постоянно изменяющихся в широких пределах внешних воздействий).

### 5.5. Передача и представление измерительной информации

Передача результатов измерения в области физической культуры и спорта осуществляется двумя способами:

- с помощью проводной связи между спортсменом и исследовательской аппаратурой;
- путем беспроводной связи (с помощью радиоволн).

*Проводная телеметрия* чаще используется при лабораторных исследованиях. Она соединяет блок преобразования и предварительной обработки информации с блоком ее отображения. Проводная телеметрия отличается высокой помехоустойчивостью, но в то же время провода, идущие от спортсмена, мешают его действиям.

*Радиотелеметрия* лишена этого недостатка и позволяет осуществлять контроль за спортивной техникой в реальных динамических условиях учебно-тренировочного процесса и иногда в условиях соревнований. На спортсмене крепятся датчики, усилители и преобразователи информации, радиопередатчик

и антенна. Все это выполняется в очень компактном варианте, и спортсмен получает возможность свободно перемещаться по спортивной площадке и выполнять те или иные упражнения. Посылаемые передающим устройством сигналы принимаются блоком, состоящим из антенны и приемника. Здесь происходит отображение, хранение и автоматическая обработка результатов измерений. В нашей стране нет серийного производства радиотелеметрических систем. Большинство таких устройств и систем создается на радиолюбительском уровне отдельными организациями, научными сотрудниками в единичных экземплярах.

*Аналоговая форма* представления результатов измерений осуществляется приборами, называемыми самописцами. С их помощью получают наглядные диаграммные записи, которые позволяют анализировать динамику регистрируемого процесса.

Другая форма представления измерительной информации — с помощью *цифровых приборов*. Результаты измерений в этом случае высвечиваются на разных цифровых табло. Цифровая индикация может быть следующих типов:

- механические приборы цифровой индикации;
- оптические цифровые приборы;
- электронные цифровые приборы.

В электронных цифровых приборах используются светодиоды или жидкие кристаллы. Они наиболее популярны в сфере спорта. Иногда используются электронно-лучевые, визуальные или печатающие приборы. В качестве печатающих применяются:

- ленточные (результаты измерений печатаются на узкой бумажной ленте);
- электрические пишущие машинки, снабженные блоком ввода данных.

При использовании электронно-вычислительной техники результаты измерений могут:

- показываться (в виде графика или цифр) на экране дисплея;
- печататься на бланке;
- записываться на магнитные диски для хранения.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под единством измерений?
2. Что устанавливают основные статьи Закона РФ «Об обеспечении единства измерений»?
3. Что называется эталоном?
4. Как классифицируют эталоны?
5. Каковы функции рабочего эталона?
6. Что называют средствами измерений?
7. Какие меры используются в практике измерений?
8. Какие технические устройства называются индикаторами?

9. Какие датчики используются в физической культуре и спорте?
10. Какая процедура называется градуировкой шкалы?
11. Какие средства измерений называются измерительными приборами?
12. Из каких блоков состоят измерительные установки?
13. В чем особенности измерительных систем?
14. Какими способами осуществляется передача результатов измерения?
15. Как используется в физической культуре и спорте радиотелеметрия?
16. Какие существуют формы представления результатов измерений?

## ГЛАВА 6

# ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА РОССИИ

### 6.1. Метрологические характеристики средств измерений

В зависимости от структурной схемы и конструктивного использования средств измерений (СИ) проявляются их свойства, определяющие качество получаемой измерительной информации: точность, сходимость и воспроизводимость результатов измерений. Характеристики свойств СИ, оказывающие влияние на результаты измерений и их точность, называются *метрологическими характеристиками средств измерений*. Одним из важнейших условий для реализации единства измерений является обеспечение *единообразия СИ*. Под ним понимается состояние СИ, когда они проградуированы в узаконенных единицах и их метрологические характеристики соответствуют установленным нормам. В последние годы нормирование производится согласно положениям ГОСТа 8.009–84 «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений». В этом стандарте они разбиты на группы.

1. Характеристики, предназначенные для определения результатов измерений. К ним относятся:

- функция преобразования измерительного преобразователя, а также измерительного прибора с наименованной шкалой или со шкалой, градуированной в единицах, отличных от единиц входной величины;
- значение однозначной или значение многозначной меры;
- цена деления шкалы измерительного прибора или многозначной меры;
- вид выходного кода, число разрядов кода, цена единицы наименьшего разряда кода средств измерений, предназначенных для выдачи результатов в цифровом коде.

## 2. Характеристики погрешностей средств измерений.

2.1. Характеристики систематической составляющей погрешности средств измерений:

- значение систематической составляющей  $\Delta_s$ ;
- значение  $\Delta_s$  наряду с математическим ожиданием  $M[\Delta_s]$  и средним квадратическим отклонением  $\sigma[\Delta_s]$ . При этом систематическая погрешность рассматривается как случайная величина на множестве СИ данного типа.

2.2. Характеристики случайной составляющей погрешности СИ:

- среднее квадратическое отклонение;
- нормализованная автокорреляционная функция или функция спектральной плотности;
- случайная составляющая погрешности от гистерезиса (вариация выходного сигнала СИ). Вариацией выходного сигнала называется погрешность СИ, представляющая собой разность показаний, получаемых при измерениях одного значения, сначала — приближением к нему со стороны меньших значений, затем — со стороны больших значений шкалы.

2.3. Характеристика погрешности СИ в случае, когда систематическая и случайная составляющие не разделяются.

3. Характеристика чувствительности средств измерений к влияющим величинам. К ним относятся функции влияния и изменения значений метрологических характеристик средств измерений, вызванные изменениями влияющих величин в пределах рабочего диапазона.

## 4. Динамические характеристики средств измерений.

4.1. Полные динамические характеристики аналоговых СИ, которые можно рассматривать как линейные:

С переходная характеристика;

- импульсная переходная характеристика;
- амплитудно-частотная и амплитудно-фазовая характеристики;
- передаточная функция.

4.2. Частные динамические характеристики аналоговых СИ:

- время реакции;
- постоянная времени;
- коэффициент демпфирования.

4.3. Частные динамические характеристики аналого-цифровых преобразователей (АЦП), цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП), цифровых измерительных приборов:

- время реакции;
- погрешность датирования отсчета;
- максимальная частота (скорость) измерений.

4.4. Динамические характеристики аналого-цифровых СИ, в том числе измерительных каналов, измерительных систем, включающих АЦП, время реакции которых больше интервала времени между двумя измерениями.

5. Характеристики СИ, позволяющие учесть их взаимодействие с подключенным ко входу или выходу объектом измерений, цифро-печатающим устройством и др.

6. Значения неинформативных параметров выходного сигнала, обеспечивающие нормальную работу устройств, подключенных к СИ. К неинформативным относятся параметры, функционально не связанные с измеряемой величиной.

Правила выбора комплексов нормируемых метрологических характеристик для конкретных типов СИ, способы нормирования и формы их представления в нормативно-технических документах, математические описания оценок (статистических) характеристик погрешностей средств измерений установлены ГОСТ 8.009–84. Методы расчета характеристик погрешности СИ в реальных условиях эксплуатации рекомендованы в РД 50-453–84.

Учет всех нормируемых метрологических характеристик СИ – сложная и трудоемкая процедура, оправданная только при измерениях очень высокой точности. В обиходе и на производстве, как правило, такая точность не нужна. Поэтому для СИ, используемых повседневно, принято деление на *классы точности*.

*Классом точности* называется обобщенная характеристика всех средств измерений данного типа, определяемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешности. В стандартах на СИ конкретного типа устанавливаются требования к метрологическим характеристикам, в совокупности определяющие класс точности СИ.

Классы точности присваиваются типам СИ с учетом результатов государственных приемочных испытаний. Общие положения деления СИ на классы точности, способы нормирования метрологических характеристик и обеспечения классов точности установлены в ГОСТ 8.401.

Обозначения классов точности наносятся на циферблаты, щитки и корпуса СИ и приводятся в нормативной документации. Обозначения могут иметь форму прописных букв латинского алфавита или римских цифр (I, II, III и т.д.) с добавлением условных знаков. Смысл таких обозначений раскрывается в нормативно-технической документации.

## 6.2. Государственный метрологический контроль и надзор (ГМК и Н)

*Метрологический контроль и надзор* – деятельность, осуществляемая органом Государственной метрологической службы или метрологической службой юридического лица в целях проверки соблюдения установленных метрологических правил и норм.

Государственный метрологический надзор осуществляется за выпуском, состоянием и применением СИ, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, соблюдением метрологических правил и норм с целью защиты прав и интересов граждан, правопорядка и экономики РФ от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

Закон «Об обеспечении единства измерений» устанавливает следующие виды государственного метрологического контроля:

- утверждение типа средств измерений;
- поверка средств измерений, в том числе эталонов;
- лицензирование деятельности юридических и физических лиц на право изготовления, ремонта, продажи и проката средств измерений.

Государственный метрологический контроль и надзор распространяются на следующие сферы деятельности:

- здравоохранение, ветеринарию, охрану окружающей среды, обеспечение безопасности труда;
- торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом;
- государственные учетные операции;
- обеспечение обороны государства;
- геодезические и гидрометеорологические работы;
- банковские, налоговые, таможенные и почтовые операции;
- производство продукции, поставляемой по контрактам для государственных нужд в соответствии с законодательством РФ;
- испытание и контроль качества продукции в целях определения ее соответствия обязательным требованиям государственных стандартов РФ;
- обязательную сертификацию продукции и услуг;
- измерения, проводимые по поручению органов суда, прокуратуры, арбитражного суда, государственных органов управления РФ;
- регистрацию национальных и международных спортивных рекордов.

Разрабатываемые, производимые, поступающие по импорту и находящиеся в эксплуатации средства измерений делятся на две группы:

- предназначенные для применения и применяемые в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора (ГМК и Н). Эти средства измерений признаются годными для применения после их испытаний и утверждения типа и последующих первичной и периодической поверок;

- не предназначенные для применения и не применяемые в сферах распространения ГМК и Н. За этими средствами измерений надзор со стороны государства (Госстандарта

России) не производится. Юридические и физические лица — владельцы такого рода средств измерений сами должны устанавливать систему поддержания их в работоспособном состоянии (в соответствии с условиями эксплуатации и установленными требованиями), в том числе в рамках Российской системы калибровки и добровольной сертификации средств измерений.

Аналогом регистрации выступает аккредитация метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений.

Государственный метрологический надзор осуществляется в объединениях, на предприятиях, в организациях и учреждениях вне зависимости от вида собственности и ведомственной принадлежности.

Основные задачи метрологического контроля:

- определение соответствия выпускаемых СИ утвержденному типу;
- определение состояния и правильности применения СИ, в том числе эталонов, применяемых для поверки СИ;
- определение наличия и правильности применения аттестованных методик выполнения измерений;
- соблюдение метрологических правил и норм в соответствии с законом РФ «Об обеспечении единства измерений» и действующими нормативными документами ГСИ (лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату СИ).

По срокам проведения проверки метрологических правил и норм могут быть плановыми (периодическими), внеплановыми (внеочередными) и повторными. *Плановые проверки* проводятся на предприятии не реже 1 раза в 3 года в соответствии с графиком, составляемым органом Государственной метрологической службы. *Внеплановые* проверки проводятся по инициативе потребителей продукции, местных органов власти, общества защиты прав потребителей, торговой инспекции или других контрольно-надзорных органов в целях решения конкретных задач, связанных с выявлением и устранением отрицательных последствий недостоверных результатов измерения. *Повторные* проверки проводятся для контроля за выполнением предписаний органов госнадзора, полученных предприятием по результатам предыдущей проверки.

Важным видом государственного метрологического контроля является *утверждение типа средства измерений*, которое проводится в целях обеспечения единства измерений в стране, постановки на производство и выпуска в обращение СИ, соответствующих требованиям, установленным в нормативных документах (рис. 13). Решение об утверждении типа принимается Госстандартом России по результатам обязательных испытаний СИ.

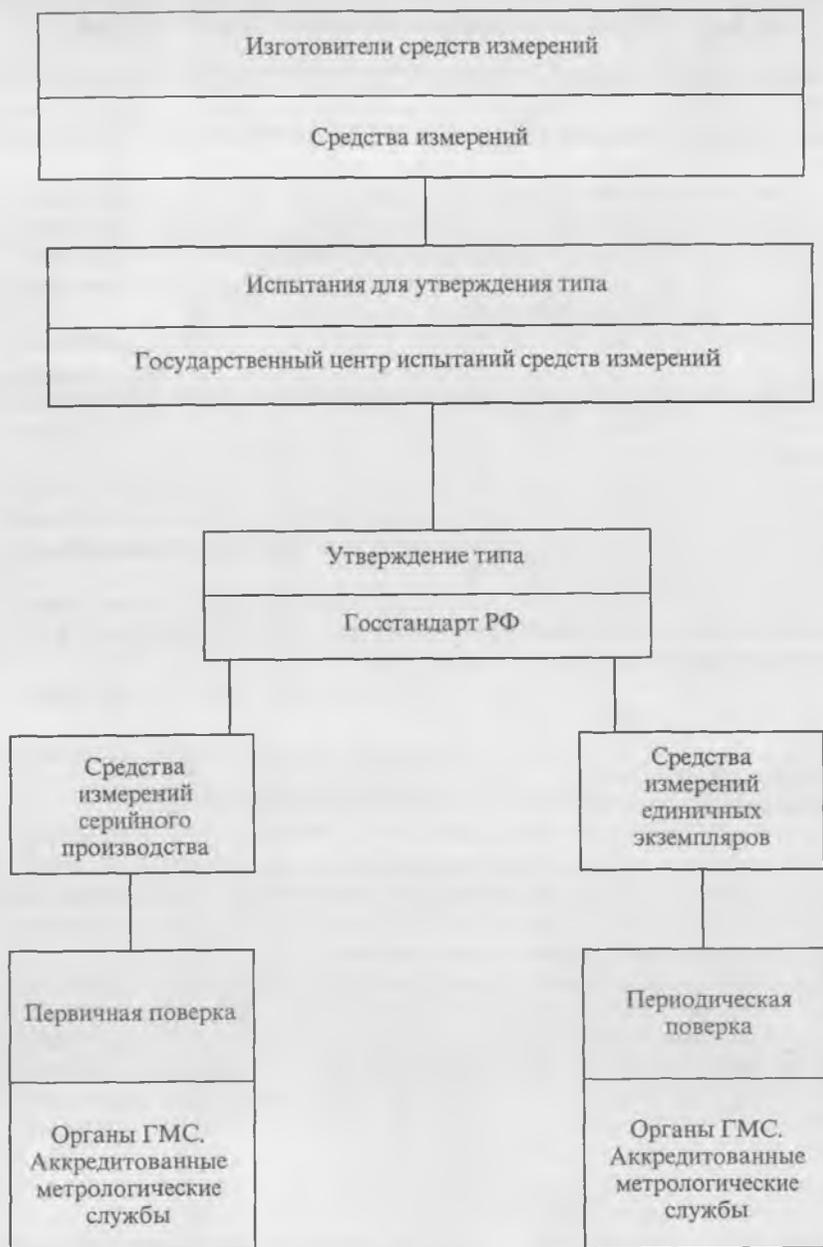


Рис. 13. Схема утверждения типа и поверки средств измерений при государственном метрологическом контроле

### 6.3. Поверка и калибровка средств измерений

Как уже отмечалось выше, первой составляющей государственного метрологического контроля является утверждение типа средств измерений. Вторая его составляющая — поверка средств измерений.

*Поверка средств измерений* — совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (органами ГМС) или другими уполномоченными на то органами с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным требованиям.

Перечни групп СИ, подлежащих поверке, утверждаются Госстандартом России. Право поверки по решению Госстандарта России может быть предоставлено аккредитованным метрологическим службам юридических лиц, деятельность которых осуществляется в соответствии с действующим законодательством и нормативными документами по обеспечению единства измерений и контролируется органами Государственной метрологической службы по месту расположения этих юридических лиц (ПР 50.2.006—94).

В развитие закона Госстандарт России утвердил ряд документов, регламентирующих различные аспекты поверочной деятельности. Основные из них:

- ПР 50.2.006—94 «ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения»;
- ПР 50.2.012—94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений»;
- ПР 50.2.007—94 «ГСИ. Поверительные клейма».

В сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора юридические и физические лица, выпускающие СИ из производства или ремонта, ввозящие СИ и использующие их в целях эксплуатации, проката или продажи, *обязаны своевременно* представлять СИ на поверку.

Согласно ГОСТ 8.513, поверка может быть первичной, периодической, внеочередной, инспекционной и экспертной.

*Первичной* поверке подвергаются средства измерений утвержденных типов, которые произведены или отремонтированы в России, ввезены по импорту, за исключением ситуации действия соответствующего соглашения (договора) о взаимном признании результатов поверки между Госстандартом РФ и национальной организацией по метрологии другой страны.

*Периодической* поверке подлежат средства измерений, находящиеся в эксплуатации или на хранении, через определенные межповерочные интервалы. Методической основой для проведения периодических поверок служит документ МИ 1872—88 «ГСИ. Межповерочные интервалы образцовых средств измерений. Методика определения и корректировки», а также

МИ 218—92 «ГСИ. Межповерочные и межкалибровочные интервалы средств измерений. Методика определения».

*Внеочередную поверку* проводят при эксплуатации (хранении) средств измерений в случаях:

— повреждения знака поверительного клейма, а также утраты свидетельства о поверке;

— ввода в эксплуатацию средств измерений после длительного хранения (более одного межповерочного интервала);

— проведения повторной настройки после известного или предполагаемого ударного воздействия на средство измерений или при неудовлетворительной работе прибора;

— продажи (отправки) потребителю средств измерений, не реализованных по истечении срока, равного половине межповерочных интервалов на них;

— применения средств измерений в качестве комплектующих по истечении срока, равного половине межповерочных интервалов на них.

*Инспекционной поверке* выборочно подвергают средства измерений при проведении государственного метрологического контроля и надзора, когда устанавливают правильность результатов последней поверки и соответствие межповерочных интервалов условиям эксплуатации.

*Экспертную поверку* проводят при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.

Третья составляющая государственного метрологического контроля — *лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений*. Порядок лицензирования определен правилами по метрологии ПР 50.2.005—94 «ГСИ. Порядок лицензирования деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений».

Под *лицензированием* понимается выполняемая в обязательном порядке процедура выдачи лицензии юридическому или физическому лицу на осуществление им деятельности, не запрещенной действующим законодательством и подлежащей обязательному лицензированию. В таком случае лицензия — это разрешение, выдаваемое органом Государственной метрологической службы на закрепленной за ним территории юридическому или физическому лицу (лицензиату) на осуществление им деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений.

Для сохранения единства измерений в сферах, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору, повышения эффективности работ по формированию измерительного парка страны, а также для защиты интересов потребителей средств измерений были созданы Система доб-

ровольной сертификации средств измерений на соответствие метрологическим нормам и правилам и Российская система калибровки средств измерений (РСК).

*Калибровка средств измерений* – это совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору. Калибровка заменила ранее существовавшую в нашей стране ведомственную поверку и метрологическую аттестацию средств измерений. В отличие от поверки, которую осуществляют органы государственной метрологической службы, калибровка может проводиться любой метрологической службой (или физическим лицом) при наличии надлежащих условий для квалифицированного выполнения этой работы. Калибровка – добровольная операция, и ее может выполнить также и метрологическая служба самого предприятия. Это еще одно отличие от поверки, которая обязательна и подвергается контролю со стороны органов ГМС.

Возможны следующие варианты организации калибровочных работ:

- предприятие самостоятельно организует у себя проведение калибровочных работ и не аккредитуется ни в какой системе;

- предприятие, заинтересованное в повышении конкурентоспособности продукции, аккредитуется в РСК на право проведения калибровочных работ от имени аккредитовавшей его организации;

- предприятие аккредитуется в РСК с целью выполнения калибровочных работ на коммерческой основе;

- предприятия, аккредитовавшиеся на право поверки средств измерений, одновременно получают аттестат аккредитации на право проведения калибровочных работ по тем же видам (областям) измерений;

- метрологические институты и органы Государственной метрологической службы регистрируются в РСК одновременно как органы аккредитации и как калибровочные организации;

- аккредитация предприятия в качестве калибровочной лаборатории в зарубежной калибровочной службе открытого типа.

Субъектами РСК являются (рис. 14):

- метрологические службы юридических лиц, аккредитованные на право калибровки средств измерений с использованием эталонов, подчиненных государственным эталонам единиц величин;

- государственные научные метрологические центры (метрологические институты Госстандарта России) и органы Государственной метрологической службы, зарегистрированные в

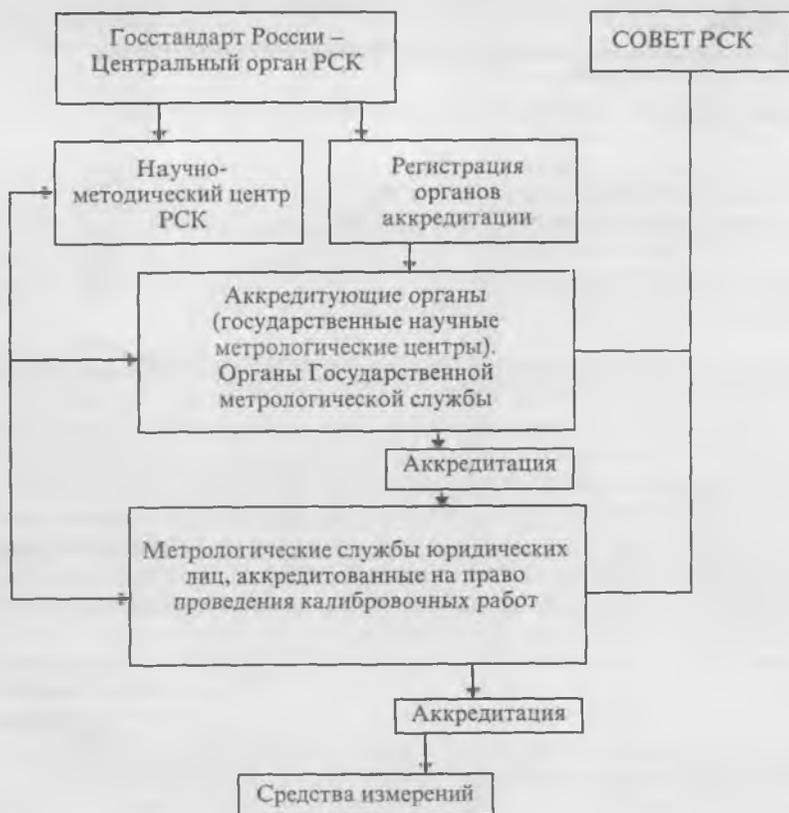


Рис. 14. Схема российской службы калибровки

РСК как аккредитующие органы, имеющие право аккредитовать метрологические службы юридических лиц на право калибровки средств измерений;

– Госстандарт России, являющийся центральным органом РСК, координирующим деятельность субъектов РСК;

– ВНИИ метрологической службы, осуществляющий функции по организационному, методическому и информационному обеспечению деятельности РСК;

– совещательный орган РСК – Совет РСК, образованный Госстандартом России для формирования и обсуждения проектов решений центрального органа РСК по вопросам технической политики деятельности РСК.

Правовые основы калибровки средств измерений определяются ст. 23 Закона РФ «Об обеспечении единства измерений».

Календарный промежуток времени, по истечении которого средство измерения должно быть направлено на калибровку

независимо от его технического состояния, называют *межкалибровочным интервалом*, *межповерочным интервалом*.

Допускается применение четырех методов поверки (калибровки) средств измерений:

- непосредственное сличение с эталоном;
- сличение с помощью компаратора;
- прямые измерения величины;
- косвенные измерения величины.

*Сертификат о калибровке* — документ, удостоверяющий факт калибровки СИ, который выдается организацией, осуществляющей калибровку.

В соответствии с Законом РФ «О сертификации продукции и услуг» в России создана Система сертификации средств измерений, которая носит добровольный характер и удостоверяет соответствие измерительных средств заявителей метрологическим правилам и нормам. Организационно в Систему входят: Управление метрологии Госстандарта РФ — Центральный орган системы, Координационный Совет, Апелляционный комитет, Научно-методический центр — Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС), органы по сертификации, испытательные лаборатории (центры) средств измерений.

Введение в действие Системы сертификации средств измерений основано на соответствующих рекомендациях по порядку проведения работ, аккредитации органов по сертификации, Реестру Системы (МИ 2277—93 — МИ 2279—93).

Порядок проведения сертификации обычно включает:

- представление заявителем в Центральный орган заявки на проведение сертификации;
- рассмотрение заявки и принятие по ней решения;
- направление заявителю решения по заявке;
- проведение испытаний;
- сертификацию производства или системы качества, если это предусмотрено принятой схемой сертификации;
- анализ полученных результатов и принятие решения о возможности выдачи сертификата соответствия;
- регистрацию материалов испытаний и выдачу сертификата соответствия;
- информацию о результатах сертификации.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Какие свойства средств измерений определяют качество получаемой измерительной информации?
2. Что называют метрологическими характеристиками средств измерений?
3. Что является характеристиками погрешностей средств измерений?
4. Что называется классом точности средства измерений?

5. Где обозначаются классы точности средств измерений?
6. Какая деятельность может называться ГМК и Н?
7. Зачем осуществляется ГМК и Н?
8. Какие виды ГМК устанавливает Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»?
9. Каковы задачи ГМК?
10. Как часто проводятся плановые проверки соблюдения метрологических правил и норм?
11. По чьей инициативе проводятся внеплановые проверки?
12. В каких целях проводятся повторные проверки?

## ГЛАВА 7

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА И ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ

### 7.1. Организация и проведение поверки средств измерений

Для установления правильности показаний приборов необходимо проводить периодическую поверку всей аппаратуры, используемой в контроле и диагностике, управлении тренировочным процессом и научных исследованиях в спорте.

Поверку проводят при помощи образцовых средств измерений, для которых разработаны соответствующие поверочные схемы, устанавливающие соподчинение эталонов, образцовых и рабочих мер и приборов, а также значение погрешностей при передаче единиц измерения от эталонов к образцовым средствам измерения и рабочим приборам.

Поверочные схемы подразделяются на общероссийские и локальные (разработанные отдельными органами Государственной метрологической службы или ведомственных метрологических служб).

*Общероссийские поверочные схемы* утверждаются в качестве государственных стандартов и служат основанием для составления локальных поверочных схем и разработки государственных стандартов на методы и средства поверки образцовых и рабочих средств измерений.

Практическое осуществление поверочной схемы — сложный динамический процесс, в котором решается большое число организационно-технических, экономических и научных проблем (рис. 15).

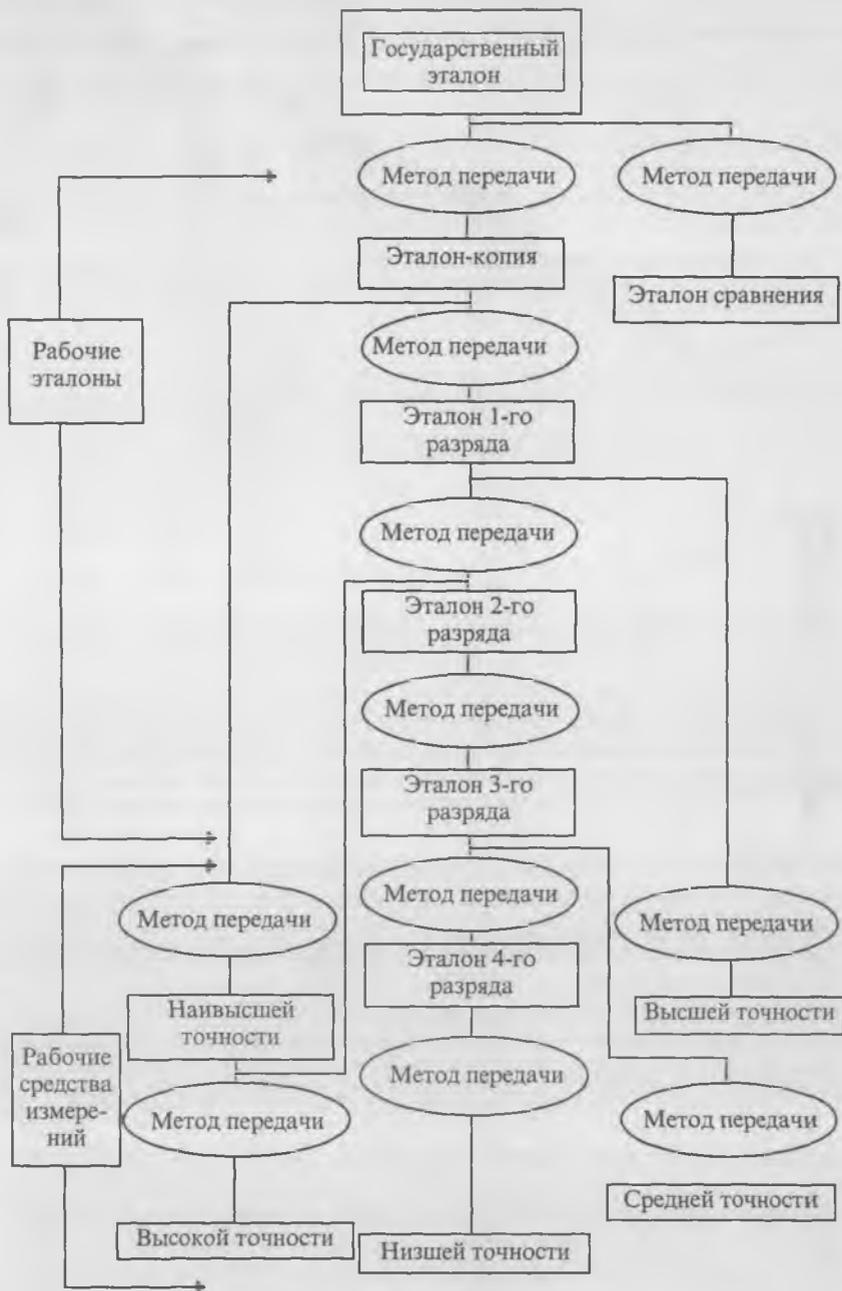


Рис. 15. Общий вид государственной поверочной схемы

Во главе поверочной схемы поставлен эталон, обеспечивающий наиболее точное воспроизведение и длительное хранение единицы измерения. Эталон, как правило, включает в себя эталонный метод и эталонную установку или систему установок, с помощью которых воспроизводят единицу измерения. При этом предусмотрена возможность передачи размера единицы измерения средствами измерения, стоящими ниже по поверочной схеме. В зависимости от количества проводимых измерений, с тем чтобы эталон не изнашивался, создают рабочий эталон, который используют непосредственно для передачи размера единицы образцовым мерам. Рабочий эталон аттестуют по первичному эталону.

Образцовые средства измерений первого разряда аттестуются по рабочему эталону. Эти средства используют в метрологических институтах Госстандарта и ведомственных базовых лабораториях метрологии.

Образцовые средства 1-го разряда применяют, как правило, для аттестации образцовых средств 2-го разряда, которые используют для аттестации образцовых средств 3-го разряда (если это необходимо) или для поверки рабочих приборов.

Существуют следующие *общие методы поверки*:

- сличение средств измерений одного и того же вида при помощи компаратора;
- непосредственное сличение средств измерений с вышестоящим средством измерения того же вида;
- поверки измерительного прибора по образцовой мере путем измерения величины воспроизведенной мерой;
- прямое измерение образцовым измерительным прибором величины, воспроизводимой подвергаемой поверке мерой;
- косвенное измерение величины воспроизводимой мерой или измеряемым прибором, подвергаемым поверке;
- поверка средств измерений относительных величин, не требующая наличия образцовых средств измерений, проградуированных в единицах размерных величин.

Для сохранения единообразия проводимых измерений используют одни и те же методы поверки во всех поверочных лабораториях страны. Поверку проводят с помощью образцовых средств, аттестованных соответствующими метрологическими органами.

Приборы, измеряющие спортивные параметры, применяют в различных областях науки, техники, медицины, сельского хозяйства. Поэтому для их поверки используют самые разнообразные методы. Это не позволяет дать конкретное описание всех методов поверки приборов. Однако все методы имеют один и тот же принцип, который состоит в том, что находят разность между показанием прибора и истинным значением величины измерения.

Истинное значение измеряемой величины определяют с помощью образцовых средств измерения. По способу, который используется для определения истинного значения измеряемой величины, все методы можно условно подразделить на две группы. К первой группе относят методы, в которых истинное значение определяется прямым методом с помощью образцовых средств измерения. Ко второй группе относят косвенные методы поверки, когда используется однозначная зависимость между измеряемой величиной и величиной, входящей в формулу математического соотношения.

К поверке допускаются приборы, полностью укомплектованные, снабженные техническим описанием или инструкцией по эксплуатации, паспортом завода-изготовителя (техническим формуляром) или свидетельством о поверке. Неисправный или не удовлетворяющий этим требованиям прибор на поверку не принимают. При поступлении на поверку прибор подвергают внешнему осмотру, устанавливают комплектность в соответствии с паспортом, проверяют общую работоспособность (согласно техническому описанию или инструкции по эксплуатации).

При поверке устанавливают соответствие показаний поверяемого прибора действительным значениям измеряемой величины и погрешность измерения (т.е. находится ли погрешность поверяемого прибора в допустимых пределах. Поверку приборов проводят при температуре окружающей среды  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ , относительной влажности воздуха  $65 \pm 15\%$  и атмосферном давлении  $100 \pm 4$  кПа ( $760 \pm 30$  мм рт. ст.).

Поверку приборов для измерения спортивных параметров должны проводить государственные или ведомственные поверители. Ее осуществляют по рабочим инструкциям, которые составляют для отдельных видов приборов. При отсутствии государственных или отраслевых инструкций рабочие инструкции на местах составляют поверители. При этом следует руководствоваться действующими государственными или отраслевыми стандартами или методическими указаниями метрологических учреждений.

Инструкция должна включать следующие разделы:

- «Назначение поверяемого прибора»;
- «Средства поверки и основные операции при поверке»;
- «Порядок поверки»;
- «Оформление результатов поверки».

В разделе «Назначение поверяемого прибора» указывают назначение прибора, диапазон измеряемых величин, кратко излагают правила пользования им.

В разделе «Средства поверки и основные операции при поверке» указывают основные средства измерений, применяемые при поверке: поверочные установки, образцовые приборы, образцовые источники, а также измерительные средства,

используемые в соответствии с требованиями методики поверки, например барометр, термометр, секундомер, психрометр, масштабную линейку и т. п.

Указывают основные операции, которые необходимо выполнять в процессе проведения поверки прибора, внешний осмотр, поверку комплектности прибора и общей работоспособности, установления соответствия показаний прибора действительным значениям измеряемой величины, определение погрешности поверяемого прибора.

В разделе «Порядок поверки» устанавливают последовательность операций при поверке на основе действующих стандартов или методических указаний.

В разделе «Оформление результатов проверки» приводятся форма протокола поверки и последовательность оформления результатов поверки. В протоколе поверки необходимо указать:

- наименование поверяемого прибора и его заводской номер;
- дату измерений;
- наименование образцового прибора, его заводской номер;
- тип образцовых источников, их номер, дату поверки и значение аттестованной физической величины, указанной в свидетельстве;
- давление, влажность и температуру воздуха во время измерений;
- показания прибора от контрольного источника в момент поверки;
- данные непосредственных измерений;
- данные обработки результатов измерений;
- погрешность измерений.

Протокол поверки должен быть подписан поверителем, проводящим поверку, с указанием даты. В инструкции необходимо указать сроки поверок, которые устанавливают, исходя из технических условий на прибор в соответствии с условиями его применения и фактической необходимостью, но не реже одного раза в год.

Если в пределах погрешности, указанной в технической документации на прибор, показания поверяемого прибора соответствуют истинным значениям измеряемой величины, прибор признают годным, о чем делают запись в техническом формуляре или выписывают свидетельство о поверке.

Свидетельство подписывают государственный или ведомственный поверитель, проводивший поверку, и руководитель метрологического подразделения.

Приборы, не удовлетворяющие требованиям технической документации на прибор, считают не прошедшими поверку и в обращение не допускают.

*К помещениям, в которых проводится поверка измерительной техники, предъявляются определенные требования. Они*

излагаются в специальных инструкциях. Важнейшее требование к помещениям — *нечувствительность здания к вибрациям*. Целесообразно метрологическую службу размещать в отдельном здании.

Помещения должны быть сухими, оборудованы вентиляцией. Через эти помещения не должны проходить парогазопроводы. В помещении должна быть обеспечена постоянная температура 20°C. Отклонения от этой температуры должны соответствовать стандарту на методы и средства поверки.

Общая производственная площадь — из расчета 10–12 м на одного работающего. Когда поверитель обслуживает 2–3 установки, то площадь можно исчислять из расчета 4–6 м на одно рабочее место (установку).

К расчетной площади следует прибавить складскую и вспомогательную. Пол желательно покрыть линолеумом. Электропроводка должна быть внутренней. Помещения, предназначенные для поверки электрической и радиотехнической аппаратуры, должны быть удалены от источников сильных магнитных полей.

*Численность работников* с правом ведомственной поверки средств измерений определяют, исходя из номенклатуры и числа средств измерений, подлежащих поверке, и межповерочных интервалов. Нормы времени на поверку могут быть взяты в лабораториях госнадзора Госстандарта РФ.

Определенными трудностями при проведении поверочных работ в научно-исследовательских институтах являются передача приборов из группы в группу, не согласованное с метрологической службой получение приборов со склада или списание их. Контроль за измерительной техникой внутри подразделений института значительно упрощается в случае назначения в данном подразделении лица, ответственного за средства измерений. Целесообразно специальной инструкцией или приказом по институту определить права и обязанности ответственных лиц.

Работник, ответственный за использование средств измерений, обязан своевременно представлять средства измерений, принадлежащие лаборатории, в поверку, вести учет и техническую документацию, подавать заявки на приобретение новых приборов, оформлять списание вышедших из строя и морально устаревших средств измерений.

*Образцовые средства измерений* должны быть хорошо защищены от резких изменений температуры, от толчков, тряски и пр. Поэтому их всегда нужно хранить в специальных помещениях с двойными, хорошо изолированными стенами, иногда достаточно углубленными в землю, т.е. в таких помещениях, внутри которых температура чрезвычайно стабильная, а годовая амплитуда колебаний температуры ничтожна (например, не превышает 1–2°C). По вышеуказанной причине образцовые средства по возможности не следует перевозить. Для пред-

охранения образцовых средств от случайных повреждений они должны находиться в двойных футлярах.

*Используемые в физической культуре и спорте* приборы подразделяются на следующие основные группы:

— измерительные преобразователи различных типов (контактные, тензо-, фото- и сейсмопреобразователи, акселерометры и др.);

— динамометрические устройства, тензоплатформы и другие тензоустройства;

— различная усилительная аппаратура;

— различные генераторы импульсов;

— радиотелеметрические устройства;

— различные самопишущие регистраторы (перьевые, стрелочные, шлейфные, электронные);

— цифровые устройства измерения и регистрации временных, амплитудных и интегральных характеристик (хронометры механические, электромеханические и электронные, вольтметры, интеграторы).

Указанная аппаратура и составляет объект проверки.

В результате проведенных исследований диапазонов измерения величин частотных и точностных характеристик параметров комплексного контроля в спорте были сделаны следующие заключения:

— наибольшая величина усилий, развиваемых человеком в спортивных движениях, составляет около 10 000 Н (1000 кгс), например, при взаимодействии с опорой в опорном прыжке;

— наименьшая величина усилия — порядка 0,001 кгс достигается в движениях точностного характера, например, в пулевой стрельбе;

— частотный диапазон сигналов — от 0,1 до 200 Гц;

— значения измеряемых линейных перемещений лежат в диапазоне 10—2,5 м;

— угловые перемещения — в интервале от 10 угловых минут до 1440 угловых градусов;

— диапазон измеряемых скоростей составляет от 0,1 до 50 м/с;

— значения измеряемых ускорений — в диапазоне от 10 до 50 м/с<sup>2</sup>;

— измеряемые временные интервалы — в диапазоне 10—100 с.

Комплексы испытательно-поверочных устройств должны обеспечивать возможность получения статических и динамических характеристик следующих первичных преобразователей (датчиков):

— датчики линейных перемещений, диапазон перемещений 10—2,5 м с погрешностью  $\pm 10$  м;

— датчики угловых перемещений (гониометров), диапазон перемещений 10—1440 угловых градусов с погрешностью  $\pm 1$  угловая минута;

– датчики скорости в диапазоне 0,1–50 м/с с погрешностью  $\pm 10$  м/с;

– датчики ускорений (акселерометры, построенные на различных принципах: потенциометрические, реостатные и др.) в диапазоне 10–50 м/с с погрешностью  $\pm 10$  м/с;

– датчики временных интервалов (контактные, фотодатчики и др.) в диапазоне  $10^{-3}$ –10 с с погрешностью  $\pm 10^{-4}$  с;

– устройства для измерения усилий, развиваемых спортсменом (тензоплатформы, тензодорожки, тензокольца и т.д.), в диапазоне 0,01–1000 кгс со следующими поддиапазонами:

– 0,01–1 кгс (с погрешностью  $\pm 0,001$  кгс);

– 1,00–10 кгс (с погрешностью  $\pm 0,1$ –1 кгс);

– 10,0–1000 кгс (с погрешностью  $\pm 1$  кгс).

Кроме того, метрологические поверочные стенды должны обеспечить возможность поверки следующей аппаратуры: различные регистраторы, усилительные устройства, цифровые измерители временных интервалов и цифровые вольтметры, омметры (мегаомметры), применяемые для измерения электрокожного сопротивления спортсмена (ЭКС), а также устройства регистрации критической частоты слияния световых (звуковых) сигналов (КЧССМ, КЧСЗМ) и генераторы синусоидальных и импульсных сигналов.

Согласно существующему в метрологии положению при метрологической аттестации и поверке технических средств измерения необходимо снимать их *статические* и *динамические характеристики*.

Во всех случаях метрологической аттестации и поверки технических средств измерений в статическом режиме основной целью является установление с необходимой точностью функциональной связи между входным и выходным сигналами. При этом статическая характеристика прибора –  $y = f(x)$ , задаваемая аналитически или графически, показывает вид этой функциональной зависимости между входной величиной ( $x$ ) и величиной выходного сигнала ( $y$ ).

Реальная *статическая* характеристика прибора  $y = f(x)$  может отличаться от паспортной. Причин этого отклонения (погрешности) весьма много. К ним относятся: дрейф нуля; изменение коэффициента преобразования измерительного прибора во времени и под влиянием внешних факторов (температуры, влажности, давления); действие помех; неоднозначность функции при прямом и обратном ходе (гистерезис); нелинейность истинной кривой  $y = f(x)$  при линейной паспортной характеристике и др.

*Динамические* характеристики устанавливают связь между входной ( $x$ ) и выходной ( $y$ ) величинами измерительного прибора в любом динамическом режиме. Обычно к динамическим характеристикам относятся:

- передаточная функция;
- частотные характеристики — амплитудная (АЧХ) и фазовая (ФЧХ);
- переходная функция;
- импульсная функция.

Для многих видов измерительных приборов динамические характеристики (АЧХ и ФЧХ) можно получить экспериментальным путем. Причем во многих случаях это единственный надежный способ их получения.

Метод заключается в том, что входная величина измерительного прибора задается в виде импульсного сигнала с фиксированной амплитудой и регулируемой частотой. У выходного сигнала ( $y$ ) измеряются амплитуда и сдвиг по фазе относительно входного. По этим данным находятся АЧХ и ФЧХ, а также комплексный коэффициент передачи. Кроме входного синусоидального сигнала (возмущения) принято подавать на вход измерительного прибора импульсный сигнал различной формы.

На рис. 16 приведена структурная схема оборудования для съема (получения) статических характеристик приборов, систем и устройств, применяемых в спортивных исследованиях.

Можно производить тарировку как отдельно каждого функционального узла инструментальной методики (системы) датчика, усилителя, измерительно-регистрирующего узла, так и всего тракта в целом. Если есть возможность, то в целях уменьшения объема работ и погрешностей рекомендуется проводить тарировку всего измерительного тракта в целом.

В одну группу объектов поверки (тарировки) входят различные регистраторы (перьевые самописцы, электронные и светолучевые осциллографы), усилительные устройства, цифровые измерители временных интервалов, цифровые вольтметры, омметры (мегомметры), применяемые для измерения сопротивления кожи спортсменов (ЭКС), а также устройства для определения критической частоты слияния световых мельканий (КЧССМ). К другой группе отнесены динамометры, тензоплатформы и другие тензоустройства, первичные преобразователи перемещений, скорости, ускорений.

На первую группу объектов поверки подаются входные тарировочные сигналы от блока устройств создания электрических входных сигналов. К этим устройствам относятся специальные источники электрических сигналов с линейной характеристикой. Для создания омических сопротивлений применяются прецизионные мосты сопротивлений.

На вторую группу поверки подаются входные механические тарировочные сигналы от специальных нагрузочных устройств, характеристика которых должна быть линейной. С помощью таких нагрузочных устройств на объект поверки плавно

### Блок образцовых приборов и устройств



Рис. 16. Структура метрологического (поверочного) стенда для снятия статических характеристик приборов и устройств

(или ступенчато) подаются растягивающие, сжимающие или скручивающие силы (или пары сил) в трех плоскостях.

Для статической поверки датчиков ускорений в состав поверочного стенда входят специальные центрифуги. При калибровке на центрифуге используются возникающие при вращении центробежные ускорения, величина которых может быть определена по угловой скорости и радиусу вращения. Погрешность тарировки на центрифуге определяется ошибками изме-

рений периода оборота (или числа оборотов) и расстояния  $R$  — радиуса вращения.

Для контроля тензоплатформ, тензоколец и т.д. обычно используются образцовые динамометры на класс выше поверяемых (II или III класса).

В качестве устройств для создания дозированных усилий применяются прессы и разрывные машины, а также гидравлические или пневматические установки, основные требования к которым — плавность изменения нагрузки и постоянство установленного значения в процессе считывания показаний.

При поверке (тарировке) механических динамометров применяют образцовые динамометры, класс точности которых по крайней мере на один или два класса выше поверяемых.

Выходные сигналы, снимаемые с объектов поверки и испытаний, измеряются эталонными (по сравнению с поверяемыми) приборами (цифровыми измерителями временных интервалов, цифровыми вольтметрами, цифровыми омметрами) и регистрируются на цифropечатающих устройствах.

Для метрологической оценки объекта поверки в состав поверочного стенда должны входить образцовые меры и приборы, которые на один или два класса выше поверяемых. Кроме того, образцовые меры и приборы должны пройти предварительную поверку с помощью еще более точных приборов и мер.

На рис. 17 представлена структура комплекса для метрологической аттестации и поверки приборов и устройств в динамическом режиме.

В блок объектов поверки и испытаний входят различные регистраторы (перьевые самописцы, электронные и светолучевые осциллографы) и различная усилительная аппаратура. Вторая часть этого блока включает в себя различные первичные преобразователи (датчики) перемещений, скорости, ускорений, сейсмо- и фотодатчики, контактные датчики и различные тензоустройства.

При динамической поверке принято использовать установившиеся синусоидальные изменения входной величины (смещения, скорости, ускорения) во времени. Либо на вход объекта поверки подаются одиночные импульсные возмущения, которые изменяются по некоторому простому (с математической точки зрения) закону, например единичный скачок, полусинусоида, прямоугольник и т.д.

В состав оборудования для съема динамических характеристик включен блок устройств для создания заданных входных возмущений (сигналов), который содержит устройства для создания электрических синусоидальных и импульсных сигналов — возмущений, а также устройства для создания механических колебаний, баллистические маятники, падающие молоты и мягкие дозированные грузы, создающие импульсные

### Блок эталонных приборов и устройств

Электронный многолучевой осциллограф	Электронный лучевой осциллограф с печатью	Шлейфный (светолучевой) осциллограф	Цифровые образцовые омметры	Устройства отображения и регистрации информации
--------------------------------------	---	-------------------------------------	-----------------------------	---

### Объекты проверки и испытаний

Перьевые самописцы	Шлейфный (светолучевой) осциллограф	Первичные преобразователи, датчики перемещения, скорости, ускорения, сейсмографы	Тензоплатформы, тензокольцо и другие тензоустройства
Электронные осциллографы	Измерительные устройства		
		Контактные датчики	Фотодатчики

### Оборудование для создания заданных входных возмущений (сигналов)

Устройство для создания синусоидальных электрических сигналов	Устройство для создания импульсных электрических сигналов (возмущений)	Устройство для создания синусоидальных механических входных возмущений	Устройство для создания импульсных механических сигналов (возмущений)
---	--	--	---

Рис. 17. Структура метрологического (поверочного) стенда для снятия динамических характеристик приборов и устройств

механические возмущения. Выработанные этим блоком возмущения поступают (подаются) на тот или иной объект проверки, а выходной сигнал с объекта проверки, характеризующий реакцию поверяемого прибора или устройства на это возмущение, регистрируется с помощью блока эталонных приборов и устройств. В данный блок должны входить эталонные по отношению к поверяемому прибору регистраторы. Принято, чтобы класс точности такого регистратора был выше класса точности поверяемого хотя бы на одну ступень.

В блок образцовых приборов и устройств входят электронные многолучевые осциллографы, многолучевые осциллогра-

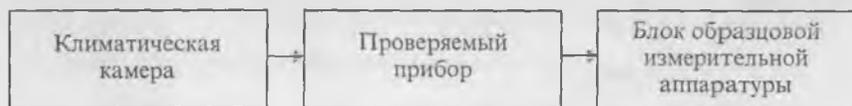


Рис. 18. Блок-схема стенда для климатических испытаний

фы с памятью для многократных воспроизведений зарегистрированных сигналов, светолучевые осциллографы, различные оптические устройства (микроскопы, интерферометры и т.д.), необходимые для измерения амплитуды колебаний вибростола с помещенными на нем поверяемыми преобразователями.

Основные требования, предъявляемые к поверочным установкам для создания входных возмущений, заключаются в обеспечении чисто гармонического закона колебаний вибростола с закрепленным на нем объектом поверки и малого уровня боковых (поверочных) составляющих колебаний.

При поверке импульсным сигналом к объекту поверки следует прикладывать возмущение, закон изменения во времени которого наиболее близок к реальному, т.е. к такому, который имеет место при конкретном виде изменений.

На рис. 18 приведена структурная схема оборудования для климатических испытаний средств измерений.

Поверка работоспособности измерительной аппаратуры в широкой области как положительных, так и отрицательных температур, а также при изменении влажности является составной частью комплексных испытаний и служит целям определения надежности конструкции, стабильности работы и выявления возможных дополнительных погрешностей устройства.

Интервал работ их температур в спортивной практике лежит в пределах от  $-20$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Поэтому при данном виде испытаний целесообразно вести поверку работоспособности при температуре от  $0$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , что, однако, не исключает выбора условий испытания для каждого изделия конкретно, руководствуясь техническими условиями на данный прибор.

Изделие, подвергаемое испытанию, помещается в термокамеру, температуру в которой можно плавно менять в широких пределах. Одновременно с этим ведется контроль изменения параметров, определяющих качественные показатели испытуемого изделия.

Следующий этап — испытание в холодной камере, которое проводится аналогично предыдущему. Затем изделие помещается в камеру влажности и барокамеру с регулируемой влажностью и давлением. С помощью этих камер определяются погрешности от изменения параметров внешней среды — влажности и давления (в заданных техническими условиями пределах).

## 7.2. Образцовые стенды для поверки и метрологической аттестации технических средств измерений, используемых в физической культуре и спорте

Для осуществления метрологической аттестации и поверки технических средств измерений, используемых в процессе комплексного контроля, применяются специальные образцовые стенды по видам измерений. Приводим данные об образцовых стендах, разработанных во ВНИИФКе.

*Стенд для поверки и метрологической аттестации технических средств измерения силы, развиваемой спортсменом (ТСИС).*

### Техническое описание и методика работы на стенде

*Проведение поверки.* Вначале прибор подвергается внешнему осмотру. Он не должен иметь механических повреждений, влияющих на его работу. Все органы управления и регулировки должны быть закреплены прочно и без перекосов, действовать плавно, без «заеданий», и обеспечивать надежность фиксации. Прибор должен быть полностью укомплектован и снабжен техническим описанием.

После включения питания проверяется работоспособность прибора (согласно инструкции). Действие ручек прибора должно обеспечивать управление его электрическими параметрами и соответствовать надписям на лицевой панели.

Если перечисленные выше требования не выполнены, прибор к поверке не принимается.

Поверка должна проводиться в помещении с температурой  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  при напряжении питания  $220 \text{ В} \pm 5 - 10\%$  переменного тока частотой 50 Гц.

Поверка, или метрологическая аттестация прибора, проводится только при установке и закреплении его в реальных условиях эксперимента (измерений).

*Определение статических характеристик ТСИС. Поверка величины дрейфа (временного и температурного) нуля.* Для этого поверяемое ТСИС включается по схеме (рис. 19).

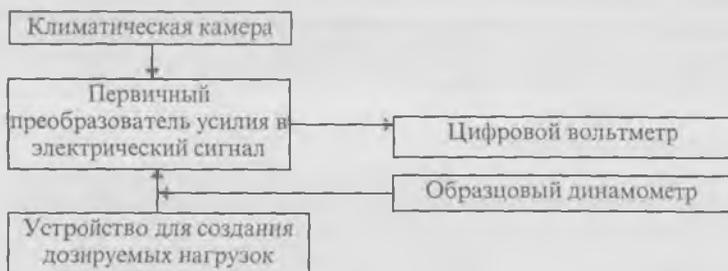


Рис. 19. Блок-схема для поверки и тарировки ТСИС в статическом режиме



Рис. 20. Общий вид стенда для проверки и метрологической аттестации технических средств измерения силы, развиваемой спортсменом:

1 — механическое приспособление для закрепления и статического нагружения в вертикальной плоскости тензодинамографической платформы; 2 — проверяемая платформа; 3 — образцовый динамометр ДОУ-1.

создания статических нагрузок. Общий вид стенда показан на рис. 20.

При определении погрешности, обусловленной изменением места приложения силы (нагрузки), с помощью механического стенда создается калиброванная статическая нагрузка в 2000 Н (200 кгс) поочередно в основных точках платформы, представленных на рис. 21.

Определяя погрешность от взаимовлияний каналов измерения ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) с помощью механического стенда и образцового динамометра ДОУ-1, производят трехкратное последовательное нагружение—разгружение платформы по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . При этом при нагружении по оси  $x$  измеряются сигналы на выходе каналов  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , при нагружении по оси  $y$  — сигналы на выходе  $y$ ,  $x$ ,  $z$  и т.д. Все результаты заносятся в протоколы.

Далее производится прогрев всей системы в течение 30 мин. После этого осуществляется балансировка усилителя.

Измерение временного дрейфа нуля по каждой компоненте ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) производится в течение 5 ч с интервалом в 5 мин с помощью цифрового вольтметра В7-21.

Температурный дрейф нуля измеряется по каждой компоненте в интервале температур от 15 до 30°C с дискретностью в 1°.

Проверка статической (градуировочной) характеристики  $U = f(P_{\text{нагр}})$  производится в диапазоне нагрузки от 0 до 10 000 Н (1000 кгс) с дискретностью 50 Н, действующих в вертикальной плоскости ( $z$ ); в диапазоне от 0 до 5000 Н (500 кгс) — для нагрузок в горизонтальной ( $y$ ) и поперечной ( $x$ ) плоскостях. Все результаты измерений заносятся в соответствующие протоколы.

Проверка статической характеристики производится путем измерения с помощью поверяемого ТСИС калиброванного усилия, создаваемого с помощью механического стенда для

Определение погрешности за счет гистерезиса (в трех плоскостях) осуществляется последовательным нагружением и разгрузением платформы через каждые 1000 Н (100 кгс).

Для уменьшения методической погрешности операции измерения выполняются по три раза, а полученные при этом результаты усредняются. Величина погрешности за счет гистерезиса — это приведенное к номинальному сигналу максимальное расстояние между кривой нагружения и кривой разгрузки.

Чтобы провести поверку ТСИС в динамическом режиме, собирается специальная схема (рис. 21).

При определении амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) ТСИС в заданном диапазоне частот к его рабочей поверхности (в трех плоскостях) прикладываются гармонические синусоидальные механические возмущения в диапазоне частот от 0 до 1000 Гц (с помощью образцового вибростенда ВЭДС-10А). При этом снимаются два выходных сигнала: один — с образцового акселерометра, установленного на вибростеле; второй — с выхода тензоусилителя поверяемой платформы. Далее эти сигналы измеряются с помощью вольтметров амплитудных значений В7-2 и подаются на экран электронного двухлучевого осциллографа С8-11.

Методом прямого сличения двух вольтметров В7-2 определяется амплитудная погрешность. Фазовая же погрешность определяется непосредственно на экране осциллографа как фазовый сдвиг между сигналами, снимаемыми с образцового акселерометра и поверяемого ТСИС.

При определении собственной частоты колебаний рабочей поверхности тензоплатформы ( $W_0$ ) при импульсном механическом нагружении импульсное нагружение ТСИС типа «единичного скачка» создается с помощью бросания стального шарика определенной массы (100 г) с определенной высоты (1 м) на рабочую поверхность ТСИС (в трех плоскостях).

Выходной сигнал поверяемого ТСИС регистрируется на шлейфном осциллографе. Далее по полученной осциллограмме определяют частоту собственных колебаний рабочей поверхности тензоплатформы ( $W_0$ ). Для повышения точности измерения следует измерять не менее 10 последних периодов затухающих колебаний платформы с вычислением среднего значения периода.

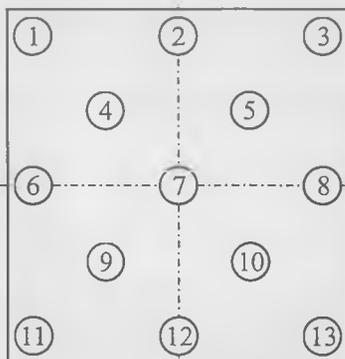


Рис. 21. Места расположения основных точек платформы, в которых прилагается усилие

При метрологической аттестации нестандартных ТСИС различных конструкций и назначения (тензоколодок, тензоколец, тензостелек, тензоснарядов и др.) измерению подлежат характеристики, указанные выше. При этом учитываются конкретное конструктивное исполнение ТСИС и его целевое назначение.

*Оформление результатов поверки и метрологической аттестации ТСИС.* Форма записи протоколов (таблиц) поверки может быть произвольной, но они обязательно должны содержать: результат первичных измерений (отсчеты по поверяемым ТСИС и приборам, с помощью которых проводится аттестация); цифровые значения погрешностей, вычисленных по результатам первичных измерений; перечень образцовых и вспомогательных приборов, с помощью которых проводилась поверка или аттестация.

ТСИС, прошедшие поверку или метрологическую аттестацию и удовлетворяющие заданным требованиям, признаются годными к применению. На них выдаются свидетельства установленной формы.

На ТСИС, признанные негодными к применению, выдается справка о непригодности с указанием причин.

*Стенд для поверки и метрологической аттестации динамометров.* Этот стенд предназначен для поверки и метрологической аттестации динамометров не выше 3-го разряда, работающих на растяжение. Общий вид двух модификаций стенда показан на рис. 22.

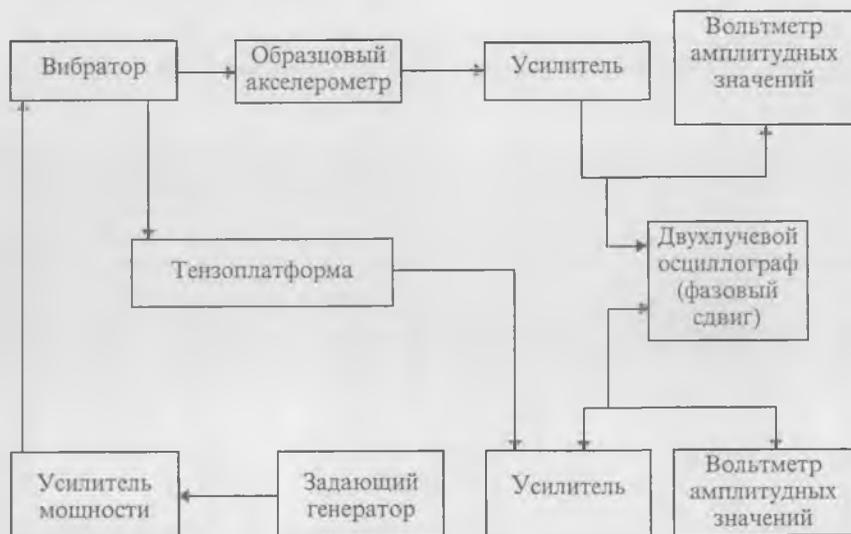


Рис. 22. Блок-схема для поверки технических средств измерения силы в динамическом режиме

При проведении поверки должны выполняться следующие операции: внешний осмотр; проверка работоспособности и взаимодействия частей динамометра; поверка правильности показаний динамометра.

Установка для поверки и градуировки динамометров включает в себя механическое приспособление для закрепления и нагружения поверяемого динамометра и образцовый динамометр 3-го разряда типа ДООУ-1 или тензокольцо, а также цифровой вольтметр.

При внешнем осмотре динамометров, находящихся в эксплуатации, проверяют соответствие нанесенных на динамометре обозначений указанным в выпускном аттестате, а именно: товарного знака, обозначения динамометра, номера стандарта, предельной нагрузки, цены деления шкалы.

Динамометры, выпускаемые из производства и ремонта, подвергаются внешнему осмотру для установления их соответствия требованиям технической документации, утвержденной в установленном порядке.

При проверке взаимодействия частей динамометра обращают внимание на то, чтобы его подвижные части перемещались плавно, без рывков и «заеданий»; корректор нуля свободно и плавно устанавливал стрелку отсчетного устройства на нулевую отметку шкалы.

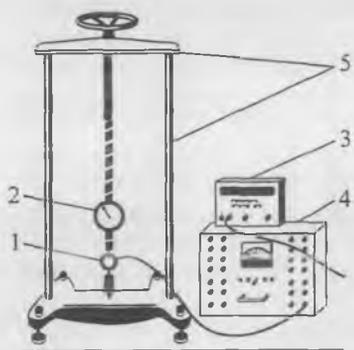
Поверка правильности показаний динамометра при его нагрузке и разгрузке включает следующие основные операции:

- измерение во всех точках шкалы динамометра, имеющих числовые отметки;
- количество точек шкалы при этом должно быть не менее 5, начиная с 0,1 верхнего значения нагрузки динамометра;
- предварительное обжатие динамометра в течение 5 мин под действием верхнего предельного значения его нагрузки;
- нагружение динамометра до верхнего предела измерения и разгружение до нуля с остановками в поверяемых точках шкалы не менее 3 раз.

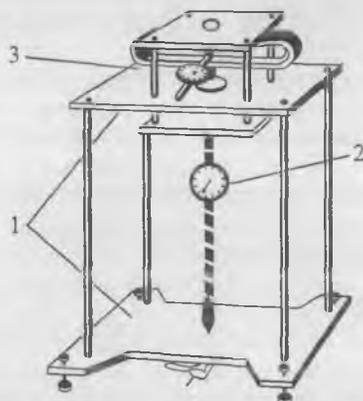
Технология поверки динамометра на стенде включает 3 этапа.

1. Поверяемый динамометр и образцовый динамометр последовательно устанавливаются в механическое приспособление 5 (см. рис. 23) так, чтобы усилие было направлено вдоль оси приложения нагрузки динамометров; массы динамометров уравниваются, для чего отсчетные устройства поверяемого и образцового динамометров устанавливаются в нулевое положение.

2. Поверяемый динамометр подвергается предварительному обжатию под действием его предельной нагрузки в течение 5 мин. После снятия нагрузки производится проверка возвращения стрелки указателя отсчетного устройства динамометра в нулевое положение и окончательная установка его на нуль,



*a*



*b*

Рис. 23. Общий вид стенов для поверки динамометров:

*a*: 1 — образцовый динамометр; 2 — поверяемый динамометр; 3 — цифровой вольтметр; 4 — тензоусилитель; 5 — механическое приспособление для закрепления и нагружения поверяемого динамометра; *b*: 1 — станина; 2 — поверяемый динамометр; 3 — образцовый динамометр

если отклонения от нулевого положения находятся в пределах 0,5 деления шкалы. В случае невозвращения стрелки на нуль шкалы, превышающего 0,5 деления шкалы, после повторного обжатия динамометр бракуется.

3. Производится плавное нагружение динамометра до верхнего предела измерения с остановками в поверяемых точках шкалы и плавное разгружение с остановками в тех же точках в обратном порядке. При этом действительные значения нагрузок устанавливаются по показаниям образцового динамометра; нагружение и разгружение динамометра производятся не менее 3 раз.

Правильность показаний динамометра определяется по величине его относительной основной погрешности ( $\gamma$ , %), вычисляемой из выражения:

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100}{P_{\max}}$$

где  $\Delta$  — абсолютная основная погрешность, равная наибольшей (по абсолютному значению) разности между показанием поверяемого динамометра и действительным значением измеряемой величины в поверяемой точке, за которое принимается показание образцового динамометра;  $P_{\max}$  — верхнее предельное значение шкалы поверяемого динамометра;  $\gamma$  — относительная основная погрешность динамометра.

Для каждой поверяемой точки шкалы динамометра погрешность определяется отдельно для показаний при нагружении и разгрузении. Основная относительная погрешность не должна превышать  $\pm 1\%$  для динамометров 1-го класса и  $\pm 2\%$  для динамометров 2-го класса.

Порог чувствительности динамометра определяют при третьем нагружении при поверке первой и последней точек его шкалы. При этом под воздействием дополнительной нагрузки, соответствующей 0,5 деления шкалы, стрелка динамометра должна перемещаться на расстояние не менее 0,4 деления шкалы.

В заключение динамометр подвергают трехкратному нагружению на 25% выше его верхней предельной нагрузки с выдержкой под нагрузкой в течение 10–15 мин при каждом нагружении. После перегрузки динамометр поверяют повторно по аналогичной методике.

*Оформление результатов поверки (аттестации).* При поверке динамометров ведут протокол, в который вносятся показания в каждой точке шкалы поверяемого динамометра.

На динамометры, удовлетворяющие соответствующим требованиям, ставят поверительное клеймо (пломбу) или выдают свидетельство с указанием результатов поверки, заверенных подписью поверителя. На динамометры, поверенные на предприятии-изготовителе, выдают выпускной аттестат. При ведомственной поверке допускается вместо оформления свидетельства вносить в паспорт прибора отметку о поверке.

Если при поверке динамометров всех типов погрешность по одному из указанных параметров превышает допустимую или будут обнаружены механические или электрические неисправности, дальнейшую поверку прекращают, прибор не клеймят и к эксплуатации не допускают.

Рекомендуемая форма протокола поверки динамометров приводится ниже.

## ПРОТОКОЛ

### ведомственной поверки технических средств измерения силы, развиваемой спортсменом (динамометров)

1. Наименование и тип приборов (динамометров) \_\_\_\_\_
2. Принадлежность \_\_\_\_\_
3. Завод-изготовитель \_\_\_\_\_
4. Дата поверки \_\_\_\_\_
5. Место поверки \_\_\_\_\_
6. Температура помещения \_\_\_\_\_
7. Заводской номер \_\_\_\_\_
8. Краткая характеристика средств, применявшихся при поверке \_\_\_\_\_

## Результаты поверки

1. Соответствие требованиям по внешнему осмотру и исправность действия механизмов динамометра
2. Результаты градуировки динамометра с условной шкалой

Действительная нагрузка, кгс, Н	Прямой ход						Обратный ход					
	показания динамометра в делениях				вариация		показания динамометра в делениях				вариация	
	1	2	3	ср.	абс. дел.	отн. дел.	1	2	3	ср.	абс. дел.	отн. дел.
500	601	600	603	601	0,3	0,5	605	606	607	606	0,2	0,33

В отделе метрологии и стандартизации ВНИИФКа разработаны стенды для поверки и метрологической аттестации:

- датчиков ускорений (акселерометров);
- контактных и сейсмических датчиков;
- измерителей временных интервалов;
- технических средств фото-, кино- и видеоанализа спортивной техники.

Для метрологической аттестации методик выполнения измерений в области физической культуры и спорта необходимы метрологические стенды, включающие в себя образцовую измерительную аппаратуру и другие вспомогательные технические средства и оборудование. Поэтому разработка образцовых метрологических стендов, их комплектация соответствующей измерительной аппаратурой и аттестация в органах Госстандарта РФ лежат в основе первоочередных задач метрологического обеспечения измерений в спортивной отрасли.

### Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под поверкой СИ?
2. Какие СИ подвергаются первичной поверке?
3. В каких случаях проводится внеочередная поверка?
4. Какая процедура называется лицензированием?
5. С какой целью создана Система добровольной сертификации?
6. Что называется калибровкой СИ?
7. Какие существуют варианты организации калибровочных работ?
8. Кто является субъектами РСК?
9. Какие допускаются методы поверки (калибровки) СИ?
10. Каков порядок проведения сертификации?

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

**ОСНОВЫ  
СТАНДАРТИЗАЦИИ**

# РАЗДЕЛ III

## СОДЕРЖАНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ

### ГЛАВА 8

#### ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СТАНДАРТИЗАЦИИ

##### 8.1. Значение стандартизации

В решении проблемы повышения качества результатов научных исследований в спорте и усиления их практической значимости большая заслуга принадлежит стандартам. Стандарты — это тот наиболее эффективный инструмент, с помощью которого можно обеспечить управление НИР в спорте. Основываясь на последних достижениях науки и техники, на передовом опыте теории и методики спорта, стандарты, с одной стороны, определяют высшие требования к качеству результатов НИР, соответствующие современным научно-техническим достижениям, с другой — устанавливают обязательный общий уровень требований к показателям НИР, к которому обязаны стремиться все научные работники спорта.

Использование стандартизации для внедрения научных результатов в практику обещает ряд преимуществ, поскольку:

- обеспечивает широту внедрения научных принципов в практику контроля, диагностики и управления учебно-тренировочным процессом;
- гарантирует обязательность следования этим принципам, так как стандарт имеет юридическую силу;
- стандартизация предъявляет особые требования к точности, достоверности, надежности и объективности сбора и обработки научных данных и обоснованности их использования в каждом конкретном случае при подготовке спортсменов.

## 8.2. Определение стандартизации

Термин «стандартизация» прошел длительный эволюционный путь. Представление людей о стандартизации формировалось в процессе развития науки и техники, совершенствования форм и методов производства. С расширением экономических связей на национальном и международном уровнях уточнение этого термина происходило параллельно с развитием самой стандартизации и отражало на различных этапах достигнутый уровень ее развития. Международная организация по стандартизации (ИСО) в 1952 г. создала Комитет по изучению научных принципов стандартизации (СТАКО). Перед этим Комитетом была поставлена задача дать определения основных терминов, касающихся стандартизации. СТАКО были разработаны определения ряда важнейших терминов, которые были приняты Советом ИСО и легли в основу определений, установленных Государственной системой стандартизации (ГСС).

В документах ИСО термин «стандартизация» определяется следующим образом: «Стандартизация: деятельность, заключающаяся в нахождении решений для повторяющихся задач в сферах науки, техники и экономики, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области. В общем эта деятельность проявляется в процессах разработки, опубликования и применения стандартов.

Примечание. Важным результатом деятельности по стандартизации является улучшение пригодности продукции или услуг их функциональному назначению».

Это определение отражает все многообразие стандартизации, характеризует ее как активную деятельность, направленную на упорядочение не только в технике, но и в других областях деятельности, включая спортивную.

Государственная система стандартизации дает следующее определение: «Стандартизация — деятельность, заключающаяся в нахождении решений для повторяющихся задач в сферах науки, техники и экономики, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области.

Стандартизация основывается на объединенных достижениях науки, техники и передового опыта и определяет основу не только настоящего, но и будущего развития и должна осуществляться неразрывно с научно-техническим прогрессом».

Последняя фраза определения подчеркивает связь стандартизации с прогрессом. Стандартизация — это не механический отбор устоявшихся характеристик, а выбор наиболее оптимальных решений, не только рассчитанных на сегодняшний уровень науки и техники, но и учитывающих перспективы развития.

По закону РФ «О стандартизации» «стандартизация — это деятельность по установлению норм, правил и характеристик в целях обеспечения:

- безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- качества продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии;
- единства измерений;
- экономии всех видов ресурсов;
- безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособности и мобилизационной готовности страны».

В 1993 г. принята новая редакция комплекса государственных основополагающих стандартов — «Государственная система стандартизации Российской Федерации (ГСС)». Изменения и дополнения к ней в большей степени приближают организацию стандартизации в РФ к международным правилам и учитывают реалии рыночной экономики. Полностью обновлены положения ГСС, касающиеся государственного контроля и надзора за соблюдением обязательных требований стандартов и правил сертификации.

В настоящее время *стандартизация* определяется как деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил, характеристик как обязательных для выполнения, так и рекомендуемых, обеспечивающая право потребителя на приобретение товаров надлежащего качества за приемлемую цену, а также право на безопасность и комфортность труда.

### 8.3. Цели стандартизации

*Цель стандартизации* — достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований, норм для решения реально существующих, планируемых или потенциальных задач.

Цели стандартизации можно подразделить на общие и более узкие, конкретные, касающиеся обеспечения соответствия. *Общие цели* вытекают прежде всего из содержания понятия. Конкретизация общих целей для российской стандартизации связана с выполнением тех требований стандартов, которые являются обязательными. Это определено Законом РФ «О стандартизации», принятым в 1993 г.

*Конкретные цели* стандартизации относятся к определенной области деятельности, отрасли производства товаров и услуг, включая и спортивные.

Стандартизация связана с такими понятиями, как объект стандартизации и область стандартизации. *Объектом (предметом) стандартизации* обычно называют продукцию, процесс или услугу, для которых разрабатывают те или иные требования, характеристики, параметры, правила и т.п. *Областью стандартизации* называют совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации. Например, образование может являться областью стандартизации, а объектами стандартизации в образовании могут быть образовательные процессы, учебники, санитарные нормы организации обучения и т.д. Физическая культура и спорт — область стандартизации, а методики НИР, правила соревнований, требования к спортивным сооружениям и т.д. — объекты стандартизации.

## 8.4. Задачи стандартизации

*Основные задачи стандартизации:*

- обеспечение взаимопонимания между разработчиками, изготовителями, продавцами и потребителями;
- установление оптимальных требований к номенклатуре и качеству продукции в интересах потребителя и государства, в том числе обеспечивающих ее безопасность для жизни и здоровья людей, имущества, охрану окружающей среды;
- установление требований по совместимости и взаимозаменяемости продукции;
- согласование и увязка показателей и характеристик продукции, ее элементов, комплектующих изделий, сырья и материалов;
- унификация на основе установления и применения параметрических и типоразмерных рядов, базовых конструкций, конструктивно-унифицированных блочно-модульных составных частей изделий;
- установление метрологических норм, правил, положений и требований;
- нормативно-техническое обеспечение контроля (испытаний, анализа, измерений), сертификации и оценки качества продукции;
- создание и введение систем классификации и кодирования технико-экономической информации;
- нормативное обеспечение межгосударственных и государственных программ и инфраструктурных комплексов (транспорт, связь, оборона, охрана окружающей среды, безопасность населения и т.д.);

- создание системы каталогизации для обеспечения потребителей информацией о номенклатуре и основных показателях продукции;

- содействие выполнению законодательства РФ.

Одним из направлений работ по стандартизации является *комплексная стандартизация* — стандартизация, осуществление которой обеспечивает наиболее полное и оптимальное удовлетворение требований заинтересованных организаций и предприятий согласованием показателей взаимосвязанных компонентов, входящих в объекты стандартизации, и увязкой сроков введения в действие стандартов. Комплексность стандартизации обеспечивается разработкой программ стандартизации, охватывающих как сами изделия, так и требования к материалам и комплектующим изделиям, к технологическому оборудованию, методам подготовки и организации производства, необходимым для обеспечения качества конечного изделия.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие преимущества дает использование стандартизации?
2. Что понимается под стандартизацией?
3. Что относится к объектам стандартизации?
4. Приведите пример области стандартизации.
5. Что положительного дает использование стандартизации?
6. В чем заключаются особенности определений «стандартизация» данных ИСО и ГСС?
7. Каковы цели стандартизации?
8. Что называется объектом стандартизации?
9. Что называется областью стандартизации?

## ГЛАВА 9

# УНИФИКАЦИЯ, ТИПИЗАЦИЯ И ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ

### ✓ 9.1. Унификация и типизация

Говоря о стандартизации, следует привести определения, которые характеризуют наиболее важные методы осуществления стандартизации.

*Унификация* — разновидность (метод) стандартизации, заключающаяся в рациональном сокращении числа элементов (типов, видов и размеров) одинакового функционального назначения.

*Типизация* — разновидность (метод) стандартизации, заключающаяся в разработке и установлении типовых конструктивных, технологических, организационных и других решений. В ряде стран вместо этого термина применяется термин «симплификация».

*Качество продукции* — совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

## 9.2. Взаимозаменяемость

*Взаимозаменяемость* — свойство независимо изготовленных деталей занимать свое место в сборочной единице без дополнительной механической или ручной обработки при сборке и обеспечивать нормальную работу данного узла. Взаимозаменяемость обеспечивается путем установления в стандартах, чертежах и другой технической документации единых номинальных размеров для сопрягаемых деталей, соответствующих допустимых пределов (полей допусков) размеров, геометрических форм и расположения поверхностей и регламентации требований к качеству материалов как по механическим, так и по физическим и химическим свойствам, термообработке, шероховатости (чистоте) поверхности и т.д.

*Взаимозаменяемость геометрическая* — вид взаимозаменяемости, при которой обеспечивается сборка или замена деталей и узлов по геометрическим параметрам, включающим в себя размеры и форму деталей, взаимное расположение, шероховатость и волнистость их поверхностей.

Геометрическая взаимозаменяемость подразделяется на *полную* (100-процентную) и *неполную* (ограниченную). При первой сборка обеспечивается без дополнительных подгоночных операций. Взаимозаменяемость геометрическая полная — необходимое условие для рациональной организации массового и крупносерийного производства. Взаимозаменяемость геометрическая неполная может иметь место в индивидуальном и мелкосерийном производстве или при выпуске особо точных изделий.

*Взаимозаменяемость функциональная* — взаимозаменяемость, предусматривающая обеспечение помимо взаимозаменяемости по геометрическим параметрам также и взаимозаменяемости по механическим, физико-химическим и другим эксплуатационным показателям (свойствам металлов, магнитным и электрическим свойствам, запасам точности и др.).

Рассмотренные термины являются только частью основных. В стандартизации применяются и многие другие термины, которые будут рассмотрены далее.

### ✓ 9.3. Функции стандартизации

Методологические вопросы организации стандартизации и функционирования изложены в комплексе государственных основополагающих стандартов «Государственная система стандартизации Российской Федерации», новая редакция которого принята в 1993 г. и введена в действие с 1 апреля 1994 г. Данный комплекс включает следующие документы:

- ГОСТ Р 1.0—92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные положения»;
- ГОСТ Р 1.2—92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки Государственных стандартов»;
- ГОСТ Р 1.4—93 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Стандарты отраслей, стандарты предприятий, научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений. Общие положения»;
- ГОСТ Р 1.5—92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов»;
- ПР 50.1.001—93 «Правила согласования и утверждения технических условий».

В современных условиях стандартизация выполняет экономическую, социальную и коммуникативную функции.

*Экономическая функция* позволяет заинтересованным сторонам получить достоверную информацию о продукции, причем в четкой и удобной форме. При заключении договора (контракта) ссылка на стандарт заменяет описание сведений о товаре и обязывает поставщика выполнять указанные требования и подтверждать их. Важна также возможность сравнительной оценки конкурентоспособности предприятия на перспективу.

*Социальная функция* стандартизации заключается в необходимости стремиться включать в стандарты и достигать в производстве такие показатели качества объекта стандартизации, которые содействуют здравоохранению, санитарно-гигиеническим нормам, безопасности в использовании и возможности экологичной утилизации продукта.

*Коммуникативная функция* связана с достижением взаимопонимания в обществе через обмен информацией. Для этого нужны стандартизированные термины, трактовка понятий, символы, единые правила делопроизводства и т. п. ]

### 9.4. Разновидности стандартизации

В зависимости от масштабов работы по стандартизации она может быть *международной, региональной, национальной и административно-территориальной*.

*Административно-территориальная* стандартизация проводится в административно-территориальной единице (области, крае и т. п.), *национальная* — в одном конкретном государстве. При этом национальная стандартизация может осуществляться на разных уровнях: на государственном, отраслевом, на уровне ассоциаций, производственных фирм, предприятий и учреждений.

*Региональная* стандартизация — деятельность, открытая только для соответствующих органов государств одного географического, политического или экономического региона мира.

Если участие в стандартизации открыто для соответствующих органов любой страны, то это *международная* стандартизация. Региональная и международная стандартизации осуществляются специалистами стран, представленных в соответствующих региональных и международных организациях. Результатом работы по международной стандартизации являются международные стандарты, используемые странами-участницами или прямо, или при создании или пересмотре национальных стандартов. Наиболее широкой по своим масштабам является международная стандартизация, осуществляемая международными организациями, и в первую очередь в рамках Международной организации по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссии (МЭК).

#### Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности унификации и типизации?
2. Какие виды взаимозаменяемости различают?
3. Какой может быть стандартизация в зависимости от масштабов работы?
4. Какие задачи решаются с помощью стандартизации?

## ГЛАВА 10

### КАТЕГОРИИ И ВИДЫ СТАНДАРТОВ

#### 10.1. Определение стандарта

В процессе стандартизации вырабатываются нормы, правила, требования, характеристики, касающиеся объекта стандартизации, которые оформляются в виде нормативного документа. Государственная система стандартизации РФ приняла следующие нормативные документы, рекомендованные руководством 2 ИСО/МЭК: регламенты (технические регламенты), своды правил, документы технических условий, стандарты.

В руководстве 2 ИСО/МЭК (1991 г.) приводится определение «стандарт — это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утвержденный признанным органом, направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области». Для того чтобы использование стандарта принесло оптимальную выгоду обществу, он должен быть основан на обобщенных результатах научных исследований, технических достижений и практического опыта.

## 10.2. Виды стандартов

Стандарты бывают международными, региональными, национальными, административно-территориальными. Они принимаются соответствующими органами по стандартизации.

*Предварительный стандарт* — это временный документ, который принимается органом по стандартизации и доводится до широкого круга потенциальных потребителей, а также тех, кто может его применить. Информация, полученная в процессе использования предварительного стандарта, и отзывы об этом документе служат базой для решения вопроса о целесообразности принятия стандарта. Нормативный документ, в том числе и стандарт, считается признанным техническим правилом, если он разработан в сотрудничестве с заинтересованными сторонами путем консультаций и на основе консенсуса.

Руководство 2 ИСО/МЭК, обобщая международный опыт стандартизации, представляет следующие возможные виды стандартов:

- *терминологический стандарт*, содержащий определение (толкование) термина, примеры его применения и т.п.;
- *стандарт на методы испытаний*, устанавливающий методики, правила, процедуры различных испытаний и сопряженных с ними действий;
- *стандарт на продукцию*, содержащий требования к продукции, которые обеспечивают соответствие продукции ее назначению;
- *стандарт на процесс, стандарт на услугу*, в которых объектом стандартизации выступают соответственно процесс (например, технология производства), услуга (например, автосервис, транспорт, туризм и др.);
- *стандарт на совместимость*, в котором устанавливаются требования, касающиеся совместимости продукта в целом, а также его отдельных частей;
- *стандарт с открытыми значениями*. В одних ситуациях ту или иную норму (или количественное значение того или иного требования) определяют изготовители (поставщики), в других — потребители. Поэтому в стандарте может содержаться

перечень характеристик, которые конкретизируются в договорных отношениях.

Применение международного стандарта может быть прямым и косвенным.

*Прямое* применение международного стандарта не связано с его принятием в нормативном документе, действующем в национальной системе стандартизации. В таком случае международный стандарт применяется в том виде, в каком он издан соответствующей международной организацией на языке оригинала или в переводе (официальном) на соответствующий язык, либо он может быть принят «методом обложки», т.е. содержание стандарта полностью сохраняется, а обложка оформляется в соответствии с национальными нормами, но на титульном листе обязательно указываются реквизиты международного нормативного документа наряду с номером и шифром национального стандарта.

*Косвенное* применение международного стандарта — использование его в соответствующей области посредством включения в национальный нормативный документ. Здесь могут быть варианты полного и частичного применения, т.е. соответственно внесение в другой нормативный документ полного содержания международного стандарта или его отдельных положений (требований).

### 10.3. Государственные стандарты

Российская система стандартизации, опираясь на международный опыт, приближена к международным правилам, нормам и практике стандартизации, но имеет и свой отечественный опыт, и свои особенности, не противоречащие международным.

Законом РФ «О стандартизации» установлены следующие нормативные документы по стандартизации:

- Государственные стандарты Российской Федерации (ГОСТ Р);
- применяемые в соответствии с правовыми нормами международные, региональные стандарты, а также правила, нормы и рекомендации по стандартизации;
- общероссийские классификаторы технико-экономической информации;
- стандарты отраслей (ОСТ);
- стандарты предприятий (СТП);
- стандарты научно-технических, инженерных обществ других общественных объединений.

До настоящего времени действуют еще стандарты бывшего СССР, если они не противоречат законодательству РФ

*Государственные стандарты* разрабатываются на продукцию, работы и услуги, потребности в которых носят межотраслевой характер. Стандарты этой категории принимает Госстандарт России, а если они относятся к области строительства, архитектуры, промышленности строительных материалов — Госстрой России. В государственных стандартах содержатся как обязательные для выполнения требования к объекту стандартизации, так и рекомендательные.

К *обязательным требованиям* относятся:

- *безопасность* продукта, услуг, процесса для здоровья человека, окружающей среды, имущества, а также производственная безопасность и санитарные нормы;

- *техническая и информационная совместимость и взаимозаменяемость* изделий;

- *единство методов контроля и единство маркировки.*

В некоторых случаях, если это целесообразно и необходимо для обеспечения более высокого уровня конкурентоспособности отечественных товаров, в стандартах могут быть установлены *перспективные (предварительные) требования*, которые опережают возможности традиционных технологий. Это, с одной стороны, не противоречит положению о предварительных стандартах, а с другой — служит стимулом для внедрения новых, передовых технологических процессов на отечественных предприятиях.

Государственные стандарты обязательны для применения всеми предприятиями, организациями и учреждениями российского и местного подчинения во всех отраслях страны.

Государственные стандарты устанавливаются главным образом на продукцию массового или крупносерийного производства, многократного и межотраслевого применения, а также на нормы, правила, требования, понятия, обозначения и другие объекты, регламентация которых необходима для обеспечения оптимального качества продукции, единства и взаимосвязи различных областей науки, техники, производства, культуры.

Соответствие продукции и услуг требованиям государственных стандартов может подтверждаться маркированием продукции и услуг *знаком соответствия государственным стандартам*. Форму знака соответствия ГОСТ Р, порядок маркирования этим знаком, а также порядок выдачи субъектам хозяйственной деятельности лицензий



Рис. 24. Знак соответствия системы обязательной сертификации ГОСТ Р

на маркирование ими продукции или услуг этим знаком устанавливает ГОСТ Р. Субъекты хозяйственной деятельности, которым выданы эти лицензии, а также сами продукция и услуги, маркированные знаком соответствия ГОСТ Р, вносятся в Государственный реестр продукции и услуг, маркированных знаком соответствия государственным стандартам (рис. 24).

#### 10.4. Отраслевые стандарты

*Отраслевые стандарты* (ОСТ) разрабатываются применительно к продукции определенной отрасли и утверждаются министерством или ведомством РФ. Отраслевые стандарты разрабатывают в тех случаях, когда на объекты стандартизации отсутствуют государственные стандарты или при необходимости установления требований, превышающих требования ГОСТ Р. Требования ОСТ не должны нарушать обязательных требований государственных стандартов РФ. Ответственность за соответствие требований ОСТ обязательным требованиям ГОСТ Р несут принявшие их органы государственного управления.

Отраслевые стандарты обязательны для всех предприятий и организаций данной отрасли, а также для предприятий и организаций других отраслей (заказчиков), применяющих или потребляющих продукцию этой отрасли. Так, если Комитет РФ по физической культуре, спорту и туризму РФ утверждает стандарт на условия (требования) к спортивным сооружениям для проведения соревнований российского масштаба, то эти условия должны выполняться на всех сооружениях страны, где будут проводиться соревнования масштаба страны.

Отраслевые стандарты как нормативно-технический документ были введены Государственной системой стандартизации и получили свое развитие и признание в годы девятой и десятой пятилеток. Сегодня все министерства имеют необходимый банк отраслевых стандартов.

#### 10.5. Стандарты предприятий и общественных объединений

*Стандарты предприятия* (СТП) разрабатывают на создаваемые и применяемые только на данном предприятии продукцию, услуги, процессы, и они не должны противоречить обязательным требованиям государственных стандартов РФ и отраслевых стандартов. Объектами стандартизации в этом случае обычно являются составляющие организации и управления производством, совершенствование которых — главная цель стан-

дартизации на данном уровне. СТП утверждаются предприятиями самостоятельно и государственной регистрации не подлежат.

Закон РФ «О стандартизации» рекомендует использовать стандартизацию на предприятии для освоения данным конкретным предприятием государственных, международных, региональных стандартов, а также для регламентирования требований к сырью, полуфабрикатам и т.п., закупаемым у других организаций.

*Стандарты общественных объединений* (научно-технических обществ, инженерных обществ и др.) разрабатываются и принимаются этими общественными объединениями. Данные нормативные документы разрабатывают, как правило, на принципиально новые виды продукции, процессов или услуг, передовые методы испытаний, а также нетрадиционные технологии и принципы управления производством.

Для субъектов хозяйственной деятельности стандарты общественных объединений служат важным источником информации о передовых достижениях, и по решению самого предприятия они принимаются на добровольной основе для использования отдельных положений при разработке стандартов предприятия.

Как стандарты предприятий, так и стандарты общественных объединений не должны противоречить российскому законодательству, а если их содержание касается аспекта безопасности, то проекты этих стандартов должны быть согласованы с органами государственного надзора. Ответственность за это несут принявшие их субъекты хозяйственной деятельности.

Как и в мировой практике, в России действует несколько видов стандартов, которые отличаются *спецификой объекта стандартизации*: основополагающие стандарты, стандарты на продукцию (услуги), стандарты на работы (процессы), стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

#### Вопросы для самоконтроля

1. Какие нормативные документы приняты ГСС?
2. Что называется стандартом?
3. Какие виды стандартов представляет руководство 2 ИСО/МЭК?
4. Каковы особенности предварительного стандарта?
5. Кто принимает государственные стандарты?
6. Что относится к обязательным требованиям государственных стандартов?
7. Кем принимаются отраслевые стандарты?
8. Кто контролирует исполнение стандартов предприятий?
9. Какова цель введения стандартов научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений?
10. Как подразделяются стандарты в зависимости от специфики объекта стандартизации?

## РАЗДЕЛ IV

# ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ

## ГЛАВА 11

### ОРГАНЫ И СЛУЖБЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

#### 11.1. Госстандарт и его задачи

Согласно руководству 2 ИСО/МЭК деятельность по стандартизации осуществляют соответствующие органы и организации. Орган рассматривается как юридическая или административная единица, имеющая конкретные задачи и структуру. Это могут быть органы власти, фирмы, учреждения. Под *органом, занимающимся стандартизацией*, подразумевается орган, деятельность которого в области стандартизации общепризнана на национальном, региональном или международном уровнях. Основные функции такого органа — разработка и утверждение нормативных документов, доступных широкому кругу потребителей. Однако он может выполнять немало других функций, что особенно характерно для национального органа по стандартизации.

Национальный орган по стандартизации признан на национальном уровне и наделен правом состоять членом международных и региональных организаций по стандартизации. За разработку и/или принятие технологических регламентов отвечает регламентирующий орган власти. Выполнение регламента обеспечивает исполнительный орган по регламентам, который иногда может быть одновременно и регламентирующим органом власти.

*Национальным органом по стандартизации* в России является Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт РФ), который осуществляет государственное управление стандартизацией в стране, формирует и реализует государственную политику в области стандартизации.

*Главными задачами*, определяющими основные функции Госстандарта как органа государственного управления, являются:

- определение основных направлений развития и разработки научно-методических и технико-экономических основ стандартизации, межотраслевой унификации промышленных изделий и метрологии;

- стандартизация показателей качества продукции, общих требований к ее разработке, производству, приемке и методам испытаний;

- обеспечение единства и достоверности измерений в стране, укрепление и развитие государственной метрологической службы и эталонной базы, создание новых и совершенствование существующих методов и средств высшей точности;

- государственный надзор за внедрением и соблюдением стандартов и технических условий, за состоянием и применением измерительной техники;

- организация работ по аттестации промышленной продукции.

В соответствии с возложенными задачами Госстандарт РФ выполняет следующие функции:

- координирует деятельность государственных органов управления, касающуюся вопросов стандартизации, сертификации, метрологии;

- взаимодействует с органами власти республик в составе РФ и других субъектов Федерации в области стандартизации, сертификации, метрологии;

- направляет деятельность технических комитетов и субъектов хозяйственной деятельности по разработке, применению стандартов, другим проблемам сообразно своей компетенции;

- подготавливает проекты законов и других правовых актов в пределах своей компетенции;

- устанавливает порядок и правила проведения работ по стандартизации, метрологии, сертификации;

- принимает большую часть государственных стандартов, общероссийских классификаторов технико-экономической информации;

- осуществляет государственную регистрацию нормативных документов, а также стандартных образцов веществ и материалов;

- руководит деятельностью по аккредитации испытательных лабораторий и органов по сертификации;

- осуществляет государственный надзор за соблюдением обязательных требований стандартов, правил метрологии и обязательной сертификации;

- представляет Россию в международных организациях, занимающихся вопросами стандартизации, сертификации, метрологии и в Межгосударственном совете СНГ;

- сотрудничает с соответствующими национальными органами зарубежных стран;

- руководит работой научно-исследовательских институтов и территориальных органов, выполняющих функции Госстандарта в регионах;

- осуществляет контроль и надзор за соблюдением обязательных требований государственных стандартов, правил обязательной сертификации;

- участвует в работах по международной, региональной и международной (в рамках СНГ) стандартизации;

- устанавливает правила применения в России международных, региональных и межгосударственных стандартов, норм и рекомендаций;

- при разработке государственных стандартов определяет организационно-технические правила; формы и методы взаимодействия субъектов хозяйственной деятельности как между собой, так и с государственными органами управления, которые будут включены в нормативный документ;

- организует подготовку и повышение квалификации специалистов в области стандартизации.

Как *главный метрологический орган* страны Госстандарт:

- устанавливает конкретные единицы измерений в стране, утверждает и хранит государственные эталоны единиц измерений, обеспечивает поддержание их на высшем научно-техническом уровне;

- разрабатывает и изготавливает эталонную и образцовую измерительную аппаратуру высшей точности;

- ведет единую государственную службу времени;

- осуществляет государственную поверку и клеймение мер и измерительных приборов.

Право издания и переиздания государственных стандартов принадлежит исключительно Госстандарту.

Руководство и координацию работ по стандартизации в области строительства осуществляет Госстрой России.

В системе служб Госстандарта для реализации необходимых работ предусмотрены подразделения: 19 научно-исследовательских институтов, 13 опытных заводов, издательство стандартов, 2 типографии, 3 учебных заведения, более 100 территориальных центров стандартизации, метрологии и сертификации (ЦСМ). На базе территориальных органов Госстандарта создаются органы по сертификации и испытательные лаборатории. По данным на 1996 г., было аккредитовано более 500 органов по сертификации различных видов услуг и около 2000 испытательных лабораторий.

## 11.2. Технические комитеты

Постоянными рабочими органами по стандартизации являются *технические комитеты* (ТК), но это не исключает разработки нормативных документов предприятиями, обще-

ственными объединениями, другими субъектами хозяйственной деятельности.

Основными функциями ТК являются:

- определение концепций развития стандартизации в своей области;
- подготовка данных для годовых планов по стандартизации;
- составление проектов новых стандартов и обновление действующих;
- оказание научно-методической помощи организациям, участвующим в разработке стандартов и применяющим нормативные документы, в частности по анализу эффективности стандартизации;
- привлечение потребителей через союзы и общества потребителей.

По линии международной стандартизации ТК:

- занимаются вопросами гармонизации отечественных стандартов с международными;
- готовят обоснование позиции России для голосования по проектам стандартов в международных организациях;
- участвуют в работе ТК международных (региональных) организаций по стандартизации, способствуя принятию государственных стандартов РФ в качестве международных;
- участвуют в организации проведения в России заседаний международных организаций по стандартизации и др.

Закон «О стандартизации» допускает участие в работе ТК представителей организаций зарубежных стран (по согласованию с Госстандартом России). В ряде ТК создаются подкомитеты (ПК) по отдельным объектам стандартизации.

*Научно-технической базой* для создания ТК обычно служат предприятия или организации, профиль деятельности которых соответствует специализации технического комитета. Правовой основой для создания ТК служит решение этих государственных органов. Госстандарт РФ и Госстрой РФ привлекают к работе в ТК ведущих ученых и специалистов, представителей организаций — разработчиков продукции, производственных предприятий (фирм), предприятий — основных потребителей продукции (услуги), научных и инженерных обществ и обществ по защите прав потребителей. Участие в деятельности технических комитетов всех заинтересованных сторон добровольное.

Другие субъекты хозяйственной деятельности, разрабатывающие нормативные документы (стандарты отраслей и предприятий), создают в своей структуре специальные службы, которые координируют работу по созданию стандартов других участвующих в этом подразделений. Эти базовые организации по стандартизации являются важным звеном общероссийской службы стандартизации.

*Базовые организации по стандартизации* создаются в системе министерства (ведомства) и являются научно-методическими центрами по стандартизации закрепленных за ними групп продукции или областей деятельности. Утверждаются базовые организации министерствами (ведомствами) по согласованию с Госстандартом из числа ведущих научно-исследовательских, проектно-конструкторских организаций и предприятий.

Организируют и осуществляют работы по стандартизации в отраслях следующие службы:

- отделы стандартизации в министерствах и ведомствах;
- головные и базовые организации по стандартизации;
- отделы (лаборатории, бюро) стандартизации предприятий (организаций).

Организационно-техническое руководство работами по стандартизации, а также непосредственное выполнение этих работ в конструкторских, проектных, научно-исследовательских организациях, в объединениях и на предприятиях осуществляют конструкторско-исследовательские отделы (лаборатории, бюро) стандартизации.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Кто осуществляет деятельность по стандартизации?
2. Назовите национальный орган по стандартизации в России.
3. Каковы главные задачи Госстандарта?
4. Каковы метрологические функции Госстандарта?
5. Какие существуют подразделения Госстандарта?
6. Назовите постоянный рабочий орган по стандартизации.
7. Каковы функции ТК?
8. Кто может участвовать в работе ТК?
9. На каком уровне создаются базовые организации по стандартизации?
10. Кто осуществляет работы по стандартизации в отраслях хозяйственной деятельности?

## ГЛАВА 12

### ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ СТАНДАРТОВ

#### 12.1. Техническое задание на разработку стандарта

Стадии разработки стандартов охватывают весь цикл работ по стандартизации и предусматривают широкое участие в этом заинтересованных организаций и предприятий — производи-

телей и потребителей продукции, органов надзора, а также научных и общественных организаций.

Создание стандарта осуществляется в определенной последовательности.

**Первая стадия** — организация разработки стандарта, составление и утверждение технического задания. Деятельность Технического комитета начинается со сбора *заявок*. Заявителями могут быть государственные органы и организации, общественные объединения, научно-технические общества, предприятия, фирмы, предприниматели, которые направляют заявки в ТК согласно закрепленным за ними объектам стандартизации. В заявке обязательно должна быть обоснована необходимость разработки нормативного документа, не исключено также приложение к ней уже выполненного заявителем проекта стандарта. На основании заявок Госстандарт РФ (Госстрой РФ) формирует годовой план государственной стандартизации России.

*В техническом задании* определяют:

- сроки выполнения каждой стадии, включаемой в содержание работы в целом;
- содержание и структуру будущего стандарта и перечень требований к объекту стандартизации;
- список заинтересованных потенциальных потребителей этого стандарта (государственные органы, предприятия, фирмы и т.п.).

На этой стадии ТК стремится более определенно обозначить организации, от которых целесообразно получить отзыв на проект стандарта. Для этого краткая информация о разрабатываемых нормативных документах публикуется в специализированном издании Госстандарта РФ (или Госстроя РФ), чтобы заинтересованные стороны могли заявить о своих намерениях.

## 12.2. Разработка проекта стандарта

**Вторая стадия** — разработка проекта стандарта (первой редакции) и рассылка его на отзыв. Основные требования к первой редакции проекта стандарта касаются соответствия проекта законодательству России, международным правилам и нормам, а также национальным стандартам зарубежных стран при условии прогрессивности этих документов и более высокого научно-технического уровня. Важный момент на этой стадии — определение патентной чистоты объекта стандартизации, для чего необходимы соответствующие исследования и надлежащее информационное обеспечение. После рассмотрения проекта на специальном заседании ТК он рассылается на отзыв заказчикам стандарта и выявленным ранее заинтересованным организациям.

**Третья стадия** — обработка отзывов, разработка проекта (окончательной редакции) стандарта и представление его на утверждение. Окончательная редакция должна быть рассмотрена членами ТК, органами государственного контроля и надзора за соблюдением обязательных требований стандарта, научно-исследовательскими институтами Госстандарта (Госстроя). Если с окончательной редакцией проекта согласны не менее двух третей членов ТК, документ считается одобренным и рекомендуется для принятия. Проект стандарта должен быть направлен в Госстандарт РФ (Госстрой РФ), а также заказчику нормативного документа.

### 12.3. Принятие и внедрение стандарта

**Четвертая стадия** — рассмотрение проекта стандарта, его утверждение и регистрация. *Принятие стандарта* осуществляется Госстандарт РФ (Госстрой РФ). Процедура принятия включает обязательный анализ содержания проекта на соответствие законодательству России, метрологическим правилам и нормам, терминологическим стандартам, а также ГОСТ Р 1.5—91 «ГСС. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов». Стандарт принимается консенсусом, после чего устанавливается дата его введения в действие. Срок действия стандарта, как правило, не определяется.

Далее принятый стандарт подлежит регистрации, информация о нем публикуется в ежемесячном Информационном указателе, издается и распространяется. Все перечисленные выше функции выполняет Госстандарт РФ (Госстрой РФ) в установленном им порядке.

После утверждения стандарта министерства и ведомства утверждают план мероприятий, обеспечивающих своевременное внедрение стандартов. На их основе предприятия и организации разрабатывают и осуществляют организационно-технические мероприятия по внедрению стандарта, содержащие конкретные задания по цехам, службам и отделам.

Стандарт считается внедренным на предприятии, если установленные им нормы, требования, правила отражены в действующей технической документации и полностью применяются в производстве и если выпускаемая продукция полностью соответствует требованиям стандарта. Поскольку срок действия стандарта не устанавливается, необходима постоянная работа всех членов ТК и заинтересованных сторон, направленная на своевременное обновление нормативного документа. При необходимости *обновления стандарта* ТК разрабатывает проект изменения, проект пересмотренного стандарта

или предложения по отмене действующего нормативного документа и вносит предложение в Госстандарт РФ (Госстрой РФ).

*Пересмотр* государственного стандарта по существу является разработкой нового взамен действующего. Необходимость пересмотра возникает в том случае, если вносимые изменения связаны со значительной корректировкой основных показателей качества продукции и затрагивают ее совместимость и взаимозаменяемость.

*Отмена стандарта* может осуществляться как с заменой его новым, так и без замены. Причиной, как правило, служит прекращение выпуска продукции (оказания услуг), которая производилась по данному нормативному документу, либо принятие нового стандарта.

Все субъекты хозяйственной деятельности, которым предоставлено право разработки, обновления и отмены стандартов, обязаны информировать о проделанной работе и ее результатах Госстандарт РФ.

## 12.4. Государственный надзор за стандартами

Правовые основы стандартизации в России установлены Законом Российской Федерации «О стандартизации». Положения закона обязательны к выполнению всеми государственными органами управления, субъектами хозяйственной деятельности независимо от формы собственности, общественными объединениями.

Закон определяет меры государственной защиты интересов потребителей и государства через требования, правила, нормы, вносимые в государственные стандарты при их разработке, и государственный контроль выполнения обязательных требований стандартов при их применении.

Кроме данного закона отношения в области стандартизации в России регулируются издаваемыми в соответствии с ним актами законодательства РФ, например Федеральным Законом «О внесении изменений и дополнений в законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием законов РФ “О стандартизации”, “Об обеспечении единства измерений”, “О сертификации продукции и услуг”» (1995 г.); Постановлениями Правительства РФ, принятыми во исполнение Закона «О стандартизации», приказами Госстандарта РФ. Например, приказом Госстандарта РФ утвержден «Порядок проведения Госстандартом России государственного контроля и надзора за соблюдением обязательных требований государственных стандартов, правил обязательной сертификации и за сертифицированной продукцией».

Государственный надзор за стандартами и средствами измерений проводится на промышленных предприятиях, в производственных и научно-производственных объединениях, научно-исследовательских, проектно-конструкторских организациях, на предприятиях и организациях транспорта, торговли, сбыта, в кооперативных и общественных организациях.

Надзор охватывает все стадии создания и потребления продукции: разработку (проектирование), подготовку производства, изготовление, транспортирование, хранение, ремонт и эксплуатацию (потребление) продукции.

Надзор распространяется на все виды производимой продукции и призван контролировать деятельность предприятий и организаций по стандартизации, метрологии и внедрению комплексных систем управления качеством продукции.

Государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований государственных стандартов осуществляются в России на основании Закона РФ «О стандартизации» и составляют часть государственной системы стандартизации.

К *основным задачам госнадзора* можно отнести:

предупреждение и пресечение нарушений обязательных требований государственных стандартов, правил обязательной сертификации и Закона «О единстве измерений» всеми субъектами хозяйственной деятельности;

предоставление информации органам исполнительной власти и общественным организациям по результатам проверок.

Проводят госнадзор должностные лица Госстандарта и подведомственных ему центров стандартизации и метрологии, получивших статус территориальных органов госнадзора, — государственные инспекторы. Главный государственный инспектор России — председатель Госстандарта РФ, а главные государственные инспекторы республик в составе РФ и других субъектов Федерации — руководители центров стандартизации и метрологии, т.е. территориальных органов госнадзора. Государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований государственных стандартов могут осуществлять и другие организации. В частности, Государственной санитарно-эпидемиологической службе предоставлены полномочия по надзору за соблюдением санитарного законодательства при разработке, производстве, применении всех видов продукции, в том числе и импортируемой. Проверка осуществляется как лично инспекторами, так и создаваемыми под их руководством комиссиями.

Субъекты хозяйственной деятельности обязаны не препятствовать работе, а оказывать содействие государственным инспекторам во всех их действиях, составляющих процедуру госнадзора: свободный доступ в служебные и производственные

помещения, привлечение к работе специалистов и имеющих на предприятии технических средств, отбор проб и образцов и т.п.

Государственный инспектор находится под защитой государства и имеет право:

- свободно проходить в служебные и производственные помещения проверяемого предприятия (организации), получать всю необходимую документацию, проводить отбор проб и образцов, выдавать предписания об устранении выявленных отклонений, запрещать или приостанавливать поставку (реализацию) продукции, не соответствующей обязательным требованиям государственных стандартов, а также в случае отказа от предъявления ее к проверке;

- по результатам проверок облагать штрафами нарушителей обязательных требований стандартов. Строгое наказание — штраф в размере стоимости реализованной продукции, применяется и к не выполняющим запрет на реализацию;

- направить необходимые материалы в арбитражный суд, органы прокуратуры или суд, если выданные госинспектором предписания или постановления не выполняются предприятием — объектом госнадзора.

Инспекторами госнадзора выявляется немало нарушений. Так, по итогам проверок 1995 г. (их было проведено около 40 тыс.) из более чем 10 тыс. предприятий половина работала с нарушением обязательных требований государственных стандартов и правил обязательной сертификации. Более 30 % средств измерений на проверенных более чем 13 тыс. предприятиях были признаны непригодными к применению. Проверка же средств измерений выявила ошибки в показаниях около 14 % приборов.

Главной целью своей работы госинспекторы считают добиваться от изготовителей продукции (услуг) осознания и повышения ответственности за качество и безопасность производимой их предприятиями продукции. Механизмом, позволяющим осуществлять эту задачу, служит разделение процедуры проверок на две стадии: при обнаружении несоответствий госинспектор выдает предписание о приостановке (или запрете) реализации продукции до устранения причин нарушений, а затем проводит окончательную проверку. По результатам госнадзора за 1995 г. отмечалось, что субъекты хозяйственной деятельности, как правило, выполняют предписания, благодаря чему значительно уменьшается ущерб, наносимый потребителю некачественными товарами. За указанный год предотвращен ущерб от приобретения покупателями небезопасных товаров на сумму более 480 млрд руб. Около 70 % предприятий устранили нарушения требований стандартов, выявленные госнадзором.

Основная форма государственного контроля и надзора — выборочная проверка. В процессе проверки проводятся испытания, измерительный контроль, технический осмотр, идентификация, другие мероприятия, обеспечивающие достоверность и объективность результатов.

По результатам испытаний оформляется протокол испытаний, а проведенные проверки заканчиваются составлением акта. *Акт проверки* — весьма важный документ, так как на его основании госнадзор выдает проверяемому субъекту предписания или постановления о применении мер воздействия за нарушения, обнаруженные в ходе контрольных проверок. Акт подписывают и проверяющая, и проверяемая стороны, причем последняя имеет право отказаться признать результаты, а также изложить в письменной форме свое особое мнение. Акт должен быть направлен руководству проверенной организации, а если возникла необходимость применения мер воздействия — в Госстандарт России, где в соответствии с Законом «О стандартизации» и другими действующими законодательными положениями определяются конкретные штрафные санкции.

Следуя практике зарубежных стран, где для информации потребителя о качестве товара используют *знаки соответствия стандарту*, Госстандарт РФ принял нормативный документ ГОСТ Р 1.9-95 «Порядок маркирования продукции и услуг знаком соответствия государственным стандартам». В соответствии с этим документом предприятия-изготовители, как отечественные, так и любого другого государства, могут добровольно, по своей инициативе использовать знак соответствия, если их продукция производится в полном соответствии с требованиями российского государственного стандарта. При этом они обязаны соблюдать правила и процедуры указанного выше нормативного документа. Знак соответствия стандарту дает потребителю достаточно четкую информацию о качестве товара.

### Вопросы для самоконтроля

1. Кто может быть заявителем на разработку стандарта?
2. Что определяется в техническом задании на разработку стандарта?
3. Каковы требования к первой редакции проекта стандарта?
4. Кем рассматривается окончательная редакция проекта стандарта?
5. Что включает в себя процедура принятия стандарта?
6. В каких случаях проводятся пересмотр и отмена стандарта?
7. Каковы основные задачи госнадзора?
8. Какими правами обладает государственный инспектор?

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

### 13.1. Международная информационная система

Ведущую роль в информационном обеспечении работы органов по стандартизации всех стран мира играет Международная организация по стандартизации (ИСО) в лице Комитета по информационным системам и услугам (ИНФКО).

К компетенции ИНФКО относятся координация и гармонизация деятельности ИСО и членов организации в области информационных услуг, баз данных, маркетинга, продажи стандартов и технических регламентов; консультирование Генеральной Ассамблеи ИСО в деле разработки политики по гармонизации стандартов и другим указанным выше вопросам; контроль и руководство деятельностью Информационной сети ИСО (ИСОНЕТ).

Кроме этих основных задач ИНФКО выполняет большое количество работ, связанных с информационной деятельностью:

- разрабатывает руководства по организации и работе информационных центров по стандартизации;
- проводит анализ и изучение рынка информационных и маркетинговых услуг;
- составляет и распространяет рекомендации по общим принципам сбора, хранения, поиска, обмена информацией;
- организует и ведет системы производства и распространения документов в ИСО и содействует взаимодействию этих систем;
- популяризирует международные стандарты в области информационных услуг и поощряет их применение;
- организует обмен опытом и информацией о работе различных информационных центров;
- сотрудничает с международными организациями по вопросам информации и сопряженной с ней деятельности;
- предпринимает действия по приему и регистрации членов ИСОНЕТ.

Такой широкий диапазон работы и послужил основанием для современного названия комитета (прежнее название — Комитет по информации).

ИНФКО подотчетен Генеральной Ассамблее ИСО, которая определяет направления его деятельности, цели и задачи, а Комитет регулярно отчитывается перед ней о проделанной работе.

Членами ИНФКО могут быть любые комитеты — члены ИСО, если они проявляют интерес к его работе. Членство разделяется на три категории: действительный член (Р), наблюдатель (О), член-корреспондент.

В состав ИНФКО входят Управляющий совет и три группы: по информации, по системам и по маркетингу.

На ближайшую перспективу ИНФКО намечает разработку рекомендаций по созданию международной электронной информационной службы о стандартах, подготовку общих руководящих принципов по защите авторских прав на бумажных и электронных носителях информации, стратегическое планирование маркетинга в области международной стандартизации и решение задач, в том числе связанных с совершенствованием деятельности самого Комитета.

Комитет состоит из 61 действительного члена и 16 членов-наблюдателей.

Информационная система ИСО — ИСОНЕТ входит в состав группы по информации ИНФКО. Приоритетные цели ИСОНЕТ — *обеспечение обмена информацией о международных и национальных стандартах*, о документах по стандартизации (в том числе правительственных), об изданиях книг, справочников и учебной литературы в области стандартизации; *установление контактов с информационными системами* других международных организаций (ООН, ЮНЕСКО, МАГАТЭ и др.) и создание единого информационного языка, тезауруса.

На 1997 г. в составе ИСОНЕТ было 63 национальных члена, 2 ассоциированных, 6 международных членов и информационный центр ИСО/МЭК. Россия представлена Госстандартом РФ (ассоциированный член ИСОНЕТ).

В информационном обеспечении большую роль играет Международный классификатор по стандартизации (МКС), служащий методической основой для подготовки национальных указателей стандартов. Несколько стран (Канада, Исландия, Ирландия, Италия и др.) уже ввели МКС в свои информационные системы. В России переход на МКС намечен в ближайшие годы.

## 13.2. Информационное обеспечение в России

В России информационное обеспечение организовано на базе положений Закона «О стандартизации». Закон исходит из того, что официальная информация о разрабатываемых и принятых нормативных документах, в том числе и международных, должна быть доступна заинтересованным организациям и лицам в той части, которая не рассматривается как государственная тайна.

Исключительное право опубликования государственных стандартов принадлежит государственным органам управле-

ния, утвердившим эти нормативные документы, причем порядок опубликования определяется Правительством РФ.

Госстандарту РФ предоставлено исключительное право официального опубликования информации, касающейся продукции и услуг, сертифицированных и маркированных знаком соответствия государственным стандартам.

Все субъекты хозяйственной деятельности, которые принимают нормативные документы, ведут информационные фонды и сами представляют на договорной основе документы и сведения о них заинтересованным юридическим и физическим лицам.

Госстандарт РФ не только организует публикацию официальной информации о российских, международных, региональных, национальных нормативных документах, правилах, нормах и рекомендациях по стандартизации, но и ведет Федеральный информационный фонд стандартов, общероссийских классификаторов технико-экономической информации, международных (региональных) стандартов, правил, норм и рекомендаций по стандартизации, национальных стандартов зарубежных стран (рис. 25).

Головной институт в области информационного обеспечения — ВНИИКИ РФ (**Всероссийский научно-исследовательский институт классификации, терминологии и информации по стандартизации и качеству**), который ведет фонд отечественных, международных, региональных и зарубежных стандартов, а также имеет автоматизированные банки данных.

ВНИИКИ выполняет функцию национального информационного центра ИСОНЕТ. Участие в ИСОНЕТ имеет для РФ весьма важное значение, так как дает возможность безвозмездно получать регулярную информацию о национальных стандартах зарубежных стран, а также сами стандарты развитых стран, что является необходимой информацией для ТК по стандартизации. Ежегодное количество поступающей информации составляет 7—7,5 тыс. наименований.

В целях совершенствования системы информационного обеспечения Госстандартом РФ создан Информационный комитет по стандартизации, метрологии и сертификации (ИНФКОС). В его состав входят специалисты Госстандарта РФ, национальных органов по стандартизации Белоруссии, Казахстана, Узбекистана, Латвии, Грузии, представители Академии наук РФ и Международной конфедерации обществ потребителей, федеральных органов исполнительной власти, ТК по стандартизации, ассоциация «Знание» и «Качество», представители Госнадзора. Главная цель ИНФКОС — научно-методическое и практическое руководство работами по информационному обеспечению стандартизации, сертификации и метрологии в стране на базе Федерального фонда стандартов и автоматизированных банков данных.



Рис. 25. Организационная структура Системы информационного обеспечения стандартизации, метрологии и сертификации (данные ВНИИКИ)

ИНФКОС взаимодействует с отечественными и национальными органами стран СНГ, Балтии и Закавказья, решая задачи координации деятельности информационных служб, интеграции научных достижений и производства, содействия оперативной обработке и доведению до заказчиков комплексной информации, расширения сотрудничества и формирования соответствующего общественного мнения. ИНФКОС располагает информационно-вычислительной сетью, которая решает практические задачи по предоставлению заинтересованным сторонам отечественных, международных, зарубежных, региональных нормативных документов или информации о них в соответствии с возможностями Федерального фонда стандартов. Текущие задачи — информационное обеспечение технических комитетов по стандартизации, взаимодействие с информационными службами стран СНГ.

Важнейшая задача ИНФКОС на ближайшую перспективу — введение в эксплуатацию национального информационного центра Всемирной торговой организации (ВТО) по стандартизации и сертификации в России (НИЦ ВТО). Центр будет работать на базе автоматизированной системы обработки информации (АСОИ).

Основная функциональная задача центра — содействие преодолению технических барьеров в международной торговле. Для этого потребуется оперативное предоставление данных о действующих технических регламентах, директивах, стандартах и других нормативных документах всем заинтересованным заказчикам. Ими могут быть: органы законодательной и исполнительной власти, предприятия, организации, фирмы, а также различные органы Всемирной торговой организации (например, секретариат или национальные органы ВТО зарубежных стран).

АСОИ организуется по принципу *клиент-сервер*. В основе системы — программы (серверы) баз данных и хранения документации. Для управления доступом к файлам стандартов разработана сетевая программа (сетевой сервер).

Федеральный фонд стандартов постоянно совершенствуется. На современном этапе актуальная задача состоит в создании Единой системы классификации и кодирования информации в рамках государственной программы.

Работы в области информационного обеспечения связаны с созданием Федерального фонда стандартов. Основопологающим нормативным документом, в соответствии с которым он формируется, служит «Положение о порядке создания и правилах пользования Федеральным фондом стандартов», утвержденное Правительством РФ. Положение определяет Федеральный фонд как совокупность нормативных документов по стандартизации, метрологии и сертификации, которые содер-

жат разработанные для многократного использования правила, характеристики, требования и нормы, относящиеся к продукции, процессам, услугам.

Федеральный фонд состоит из информационных фондов нормативных документов, которые создаются и ведутся субъектами хозяйственной деятельности, принимающими их.

Основные виды документов, которыми комплектуется Федеральный фонд:

- нормативные акты РФ, касающиеся вопросов стандартизации, сертификации, метрологии;
- государственные реестры;
- правила и рекомендации в этих областях;
- государственные стандарты и их проекты, общероссийские классификаторы технико-экономической информации;
- стандарты отраслей и информация о стандартах научно-технических, других общественных организаций, международные договоры в области стандартизации, метрологии и сертификации;
- нормативные документы, принятые международными, региональными, национальными организациями зарубежных стран.

За 1996 г. Федеральный фонд стандартов пополнили свыше 12 тыс. зарубежных стандартов вместе с принятыми к ним изменениями, более 150 межгосударственных и 155 российских нормативных документов.

Совершенствуется и техническое оснащение — в нескольких научно-производственных объединениях специалистами ВНИИКИ созданы автоматизированные рабочие места информаторов.

Организационно фонд состоит из Главного информационного центра по стандартам — структурного подразделения центрального аппарата Госстандарта РФ — и информационных центров. Эти центры входят в структуру предприятий, организаций, других субъектов хозяйственной деятельности, которые участвуют в работах по стандартизации либо представляют собой специализированные организации.

Организационные и координирующие функции возложены на Главный информационный центр, а формированием информационных фондов, хранением документации, обеспечением заказчиков информацией и копиями нормативных и других документов занимаются информационные центры.

Значительный объем информации, которая должна быть включена в Федеральный фонд, сосредоточен в информационном центре ВНИИКИ. В частности, в нем собрано более 32 тыс. действующих отраслевых стандартов и более 100 тыс. действующих технических условий. Согласно новым правилам, изложенным в ПР 50.1 002—94 «Порядок представления информа-

ции в Госстандарт России о принятых стандартах отраслей, научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений и обеспечения его потребителей» и в ПР 50.1 001-93 «Правила согласования и утверждения технических условий», информация о стандартах отраслей будет поступать во ВНИИКИ в виде информационных карточек, а вместо технических условий в территориальные органы Госстандарта — в виде каталожных листов, направляемых затем во ВНИИКИ. Ежедневно во ВНИИКИ приходит до 5 тыс. запросов от отечественных организаций и из стран СНГ. Повышенным спросом пользуется услуга по предоставлению оперативной информации о наличии в Фонде нормативных документов и всевозможной информации, связанной с ними (отмене, замене, ограничении сроков действия и пр.). Интересующую информацию абонент получает по факсу, телефону, телетайпу, телеграфу, почте.

Повышает оперативность созданный во ВНИИКИ автоматизированный банк данных о предприятиях — держателях подлинников отраслевых стандартов и технических условий. В настоящее время также организуются 24 региональных центра, которые будут укомплектованы аппаратурой для производства микрофильмов, дублирующих информационный фонд ВНИИКИ.

Необходимо особо отметить деятельность ВНИИКИ по анализу и систематизации информации по стандартизации, сертификации и метрологии в зарубежных странах, а также в международных и региональных организациях. В начале 90-х годов институтом создан информационный массив, охватывающий интервал 1986—1994 гг. Цель этой работы определена как обеспечение и реализация непрерывного процесса подготовки и выдачи пользователям информации в соответствии с их потребностями для поддержки эффективной управленческой деятельности и использования зарубежного опыта в области стандартизации, сертификации и качества.

Институт анализирует зарубежную и готовит сигнальную информацию. В результате изучения сигнальной информации отбираются публикации для перевода и реферирования. Конечная цель такой работы — создание информационной картины, позволяющей пользователю ориентироваться в тех процессах и тенденциях, которые наблюдаются в области стандартизации, сертификации и качества за рубежом.

ВНИИКИ рассылает информацию по 150 адресам и ежегодно издает 24 выпуска, которые освещают деятельность ИСО, СЕН, МЭК, а также национальных организаций по стандартизации США, Японии, Германии, Франции и других стран.

В системе Госстандарта России действует ряд научно-исследовательских институтов, каждый из них ведет большую работу по стандартизации, сертификации и метрологии и рас-

полагает информационными фондами применительно к определенной области.

**Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ (ВНИЦСМВ)** располагает информацией по свойствам материалов и веществ, паспортами безопасности материалов, копиями аттестатов аккредитации испытательных центров, государственными реестрами и копиями сертификатов безопасности на продукцию, а также копиями авторских свидетельств на изобретение по материалам, веществам и методам их получения.

**Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации (ВНИИС)** имеет информационный центр стандартов, других нормативных и методических документов, относящихся к системе сертификации ГОСТ Р. Здесь можно найти сведения о разработке и сертификации систем качества, документы по сертификации продукции и услуг, об аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий, сертификации средств индивидуальной защиты, по регламентации затрат на качество и др.

**Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС)** может предоставить основополагающие нормативные документы Государственной системы измерений, а также стандарты, правила и рекомендации по метрологии.

**Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации (ВНИИСтандарт)** специализируется на информации о стандартах, касающихся оборонной техники.

**Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИМАШ)** комплектует свой информационный центр рекомендациями по стандартизации в области машино- и приборостроения, копиями документов по аккредитации органов по сертификации, государственными реестрами сертифицированной продукции и копиями их сертификатов соответствия. Данный информационный центр располагает также стандартами Министерства обороны США.

**Издательство стандартов** также имеет свой центр информации, в котором собираются все издания по стандартизации, сертификации и метрологии.

### 13.3. Общероссийские классификаторы

С развитием информационных технологий приобрели актуальность методы классификации и кодирования информации. В бывшем СССР существовали довольно хорошая научно-методическая база и широкая система классификаторов техни-

ко-экономической информации. Однако современные рыночные условия в экономике потребовали существенной модернизации действующих классификаторов и создания новых. В России принята Государственная программа перехода Российской Федерации на принятую в международной практике систему учета и статистики в соответствии с требованиями развития рыночной экономики.

Без общероссийского классификатора невозможно решение проблемы согласованности межведомственных потоков информации. Кроме того, необходимо обеспечить сопоставимость классификаторов различных федеральных органов управления и международных организаций, а также информационную совместимость международных и национальных информационных систем. В России создается Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК). Ее составляющие — общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации, средств их ведения, нормативных и методических документов по их разработке, ведению и применению.

Объектами классификации и кодирования в ЕСКК выступают статистическая информация, макроэкономическая финансовая и правоохранительная деятельность, банковское дело, бухгалтерский учет, стандартизация, сертификация, производство продукции, предоставление услуг, таможенное дело, торговля и внешнеэкономическая деятельность. Общее руководство и координацию работ по созданию ЕСКК осуществляют Госстандарт РФ и Госкомстат РФ.

Основные принципы, правила и требования, регламентирующие создание системы, изложены в ПР 50-733—93 «Основные положения Единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации и унифицированных систем документации Российской Федерации», ПР 50-734—93 «Порядок разработки общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации». Эти нормативные документы учитывают необходимость гармонизации общероссийских классификаторов с международными классификациями и стандартами, чему способствует прямое применение международных стандартов по классификации и кодированию объектов технико-экономической и социальной информации.

В течение первой половины 90-х годов Госстандарт России принял 17 общероссийских классификаторов, и число их будет расширяться по мере интеграции России в мировую экономику. Например, Общероссийский классификатор стандартов создан на основе прямого применения Международного классификатора стандартов ИСО. Этот документ содержит ре-

комендации по построению каталогов, указателей, тематических перечней, автоматизированных баз данных по нормативным документам. Выполнение этих рекомендаций обеспечивает оптимальные условия для межгосударственного обмена информацией.

Правила ведения общероссийских классификаторов устанавливает нормативный документ ПР 50-735-93 «Положение о ведении общероссийских классификаторов на базе информационно-вычислительной сети Госкомстата России».

Общероссийский классификатор единиц измерения разработан с использованием рекомендательного документа ЕЭК ООН «Коды для единиц измерения, используемых в международной торговле».

Повысилась роль территориальных органов статистики, в задачу которых входит информационное обслуживание абонентов своего региона. Аналогичные функции выполняют также ВНИИКИ Госстандарта и ВЦ Госкомстата РФ.

Ведение информационно-метрологических фондов, Федерального фонда стандартов, а также классификаторов подразумевает прежде всего поддержание соответствующего объекта в актуальном состоянии, т.е. прежде всего требуется своевременное внесение изменений и доведение этой новой информации до пользователей. Большую работу по ведению классификаторов выполняет ВНИИКИ, где проводится экспертиза предлагаемых изменений, и после утверждения изменение вступает в действие. Основная информация об изменениях публикуется Издательством стандартов в Информационном указателе стандартов. Дополнительную информацию можно найти в изданиях ВНИИКИ, институтов Госстандарта РФ и головных отраслевых институтов.

**Действующие общероссийские классификаторы** (наименования и аббревиатуры Общероссийского классификатора):

1. Общероссийский классификатор предприятий и организаций (ОКПО).
2. Общероссийский классификатор органов государственной власти и управления (ОКОГУ).
3. Общероссийский классификатор экономических районов (ОКЭР).
4. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности, продукции и услуг (ОКДП).
5. Общероссийский классификатор специальностей по образованию (ОКСО).
6. Общероссийский классификатор занятий (ОКЗ).
7. Общероссийский классификатор управленческой документации (ОКУД).
8. Общероссийский классификатор продукции (ОКП).
9. Общероссийский классификатор информации по социальной защите населения (ОКИСЗН).

10. Общероссийский классификатор услуг населению (ОКУН).

11. Общероссийский классификатор стандартов (ОКС).

12. Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР).

13. Общероссийский классификатор основных фондов (ОКОФ).

14. Общероссийский классификатор валют (ОКВ).

15. Общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов машиностроения и приборостроения (ЕСКД).

16. Общероссийский классификатор единиц измерения (ОКЕИ).

17. Общероссийский классификатор специальностей высшей научной классификации (ОКСВНК).

На сегодняшний день на стадии внедрения находится более 25 взаимосвязанных между собой классификаторов. Это серьезный шаг к обеспечению достоверной информацией федеральных органов государственной власти России, а также к сопоставимости информации при обмене ею между государствами. Научная часть этой работы ведется во ВНИИКИ и включает актуализацию действующих документов и увязку отечественных систем классификации с международными.

В информационном обеспечении немаловажная роль отведена пропаганде деятельности Госстандарта России и его служб для формирования общественного мнения, позитивного по отношению к государственной технической политике. Это осуществляется через специальные печатные издания, выступления должностных лиц Госстандарта в средствах массовой информации.

На широкий круг потребителей рассчитан ежемесячный бюллетень «Госстандарт предупреждает», рассылаемый в правительственные и общественные организации, имеющие отношение к проблемам защиты прав потребителей, в средства массовой информации. Пропаганда активно проводится на ежегодных форумах, посвященных Дню стандартов и Всемирному дню качества. Большую роль в информационном обеспечении играет непосредственно сам национальный орган по стандартизации — Госстандарт России. Комитет располагает информационным фондом, который составляет ядро Федерального фонда стандартов. В нем хранятся стандарты государственной и других категорий, действующих в РФ и СНГ (около 22 тыс.); более 30 тыс. международных стандартов; более 250 тыс. национальных стандартов зарубежных стран; общероссийские классификаторы; документы по отраслевой стандартизации, сертификации и метрологии.

Главный информационный центр Госстандарта РФ располагает автоматизированными банками данных по отечествен-

ным и зарубежным нормативным документам — «НОРМДОК»; стандартизованным терминам и определениям — «РОСТЕРМ»; классификаторам технико-экономической информации — «КЛАССИФИКАТОР» и др.

Передача информации возможна как по российским, так и по международным телекоммуникационным сетям ROSPAC, RELCOM, SPRINT и INTERNET.

Кроме того, Госстандарт через Издательство стандартов ежегодно выпускает около 2000 наименований печатной продукции: нормативные документы, а также ряд журналов и приложений к ним.

Все вышеизложенное указывает на то, что создаваемая в России информационная система охватывает не только стандартизацию, но и связанные с ней такие виды деятельности, как сертификация, метрология, управление качеством продукции.

### **13.4. Совершенствование государственной системы стандартизации**

Перед российской системой стандартизации, которая была оформлена как государственная в 1992 г., стоят задачи, решение которых будет содействовать ее динамичному развитию и актуализации.

Современный этап в определении дальнейшего направления стандартизации связан с коренными изменениями в политической и экономической сферах: развитием рыночных отношений, усилением степени самостоятельности предприятий, свободным выбором методов хозяйственной деятельности, интеграцией экономики в мировую экономическую систему. В связи с этим потребовались серьезные поправки к основополагающим стандартам, которые установили ряд новых правил, чем теперь и руководствуются все организации, участвующие в разработке нормативно-технических документов в России. Динамика принятия новых стандартов вплоть до 1996 г. носила отрицательный характер: так, за 1991 г. было разработано 862 стандарта, 1992 — 794, 1993 — 293, 1994 — 596, 1995 — 120. Наряду с причинами экономического характера это объясняется и необходимостью затрат большого количества времени для пересмотра и переработки стандартов бывшего Советского Союза. В 1996 г. удалось изменить эту ситуацию.

На 1 января 1996 г. в России действовало 21 560 стандартов, из них 20 520 — по своему статусу межгосударственные, так как они признаны едиными для стран — участниц СНГ Евроазиатским межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации.

Наиболее актуальные задачи российской стандартизации на ближайший период — это создание и обновление нормативных документов по следующим направлениям:

- безопасность продукции и услуг для жизни и здоровья граждан и для окружающей среды;
- обеспечение высокого качества детского питания;
- снижение риска токсикологического воздействия пищевых продуктов и питьевой воды;
- защита почвы;
- создание научно обоснованных норм безопасности потенциально опасных машин, оборудования и приборов;
- утилизация отходов;
- охрана и улучшение условий труда.

Особое внимание уделяется стандартизации в сфере услуг, причем некоторые направления в этой области выбраны приоритетными по инициативе заинтересованных сторон. Это банковское дело, страхование людей и имущества, оценочная деятельность, формирование среды жизнедеятельности инвалидов.

Однако по-прежнему недостаточно широко внедряются международные стандарты на системы обеспечения качества на предприятиях, в связи с чем Госстандарт РФ считает необходимым ускорение темпов в этом направлении деятельности.

Большие задачи стоят перед органами государственного контроля и надзора, поскольку число нарушений норм стандартов, выявляемое ежегодно, недопустимо велико. Вместе с тем работа госнадзора должна быть в будущем направлена и на контроль качества и безопасности импортируемой продукции и прежде всего — продовольственных товаров. В 1996 г. была принята Правительственная программа «О мерах по защите потребительского рынка Российской Федерации от проникновения на него некачественных импортных товаров», в выполнении которой Госстандарту отводится далеко не последняя роль. Так, в связи с этой проблемой в Госстандарте разрабатывается новая концепция госнадзора, которая должна полнее вписаться в рыночную экономику, чем действующая. Например, в ней предусмотрено четкое разграничение сфер деятельности органов госнадзора и федеральных органов исполнительной власти в выполнении их контрольных функций; технико-экономическое обоснование количества государственных инспекторов, необходимого для эффективной деятельности госнадзора; решение вопросов финансирования и др.

Примером удачного нового подхода к проблеме финансирования (в том числе стандартизации услуг) является начало сотрудничества Госстандарта РФ с некоторыми крупными финансово-промышленными группами и объединениями, а также банками и страховыми компаниями, которые в недалеком будущем станут активными заказчиками нормативных

документов, регламентирующих их деятельность в соответствии с международными стандартами и правилами. Будучи весьма заинтересованными в создании надлежащего имиджа и понимая, что стандартизация улучшит эффективность их международных связей, коммерческие структуры обеспечивают финансирование работ. Подобный договор заключен, например, между Госстандартом РФ и фирмой «Интерстандарт».

По-прежнему актуальна проблема гармонизации действующих российских стандартов с международными. Активизации работ в этом направлении послужит проект «Развитие стандартизации», подготовленный Госстандартом России и Международным банком реконструкции и развития (МБРР), который будет финансировать этот проект. Доля гармонизованных стандартов в общем числе вновь принятых в 1995 г. составила 95 %.

О государственной заинтересованности в развитии стандартизации и ее интеграции в международные правила говорит факт принятия в 1996 г. федеральной инновационной программы «Сертификация и метрология», рассчитанной до 2005 г. Учитывая неотделимость задач сертификации и метрологии от стандартизации, программа, в частности, предусматривает окончательное обновление фонда стандартов и новое направление российской стандартизации — нормативное обеспечение федеральных социальных программ. К ним относятся программы по охране и улучшению условий труда, формированию среды жизнедеятельности для инвалидов, улучшению качества питьевой воды, архивному делу и др. Социальная ориентация, связанная со стандартизацией услуг, рассматривается как главное направление в деятельности по стандартизации на данном этапе и на перспективу.

Новые области, в которые активно проникает стандартизация, — это банковская сфера, медицинское страхование, общественное питание, услуги по туризму, услуги для владельцев автотранспортных средств и бытовой радиоэлектроники. Не могут не сказаться на перспективных направлениях развития отечественной стандартизации и определенные условия для присоединения России к ВТО: гармонизация технических регламентов и национальных стандартов с международными стандартами; информационное взаимодействие с органами ВТО (прежде всего предоставление информации о национальных стандартах и технических регламентах уже на стадии их разработки).

Работа по гармонизации стандартов ведется систематически: при Госстандарте РФ создан Российский информационный центр ВТО, а вопрос о добровольности стандартов и технических регламентов требует определенного переходного периода, который, по оценкам экспертов, может продолжаться несколько лет.

Решается проблема изменения финансирования работ по стандартизации, связанная с возможностью перехода от чисто бюджетного к смешанному за счет заказов на разработку нормативных документов от различных субъектов хозяйственной деятельности.

В области госнадзора решается проблема оперативного получения и обработки данных, для чего создается автоматизированная система. К ней уже подключилось более 60 территориальных органов госнадзора.

На перспективу перед органами государственного контроля и надзора стоят задачи по совершенствованию планирования мероприятий по проверкам субъектов хозяйственной деятельности; более полному использованию мер правового воздействия, предусмотренных действующим законодательством; подготовке методических документов в области госнадзора; повышению квалификации специалистов территориальных органов.

Одну задачу следует выделить особо — реализацию на практике нового для отечественных производителей положения: *разделение требований стандарта на обязательные и рекомендательные*. Дело в том, что безопасность продукции — это еще не характеристика ее качества в целом. Другие показатели продукции могут быть проверены госинспектором только через процедуру идентификации, что связано с испытанием. Но закон не предусматривает оплаты этих испытаний ни изготовителем, ни продавцом, ни другим заинтересованным субъектом. Таким образом, по существу, не выполняется должным образом положение Закона «О защите прав потребителей», которое обязывает изготовителя предоставлять потребителю достоверную информацию о потребительских свойствах товара. Контроль же этих свойств госинспекторами в действующем законодательстве не предусмотрен. По-видимому, полезна была бы и гласность в отношении результатов проверок.

Другие задачи — это актуализация ГСС для ее полного соответствия условиям рыночной экономики; формирование технического законодательства по безопасности конкретных групп продукции, видов работ и услуг, разработка технических регламентов; формирование системы стандартов информационного взаимодействия электронных средств связи.

Для решения в области стандартизации проблем, касающихся прежде всего усиления экспортного потенциала России и ее вступления в ВТО, Госстандартом РФ в 1996 г. принят упомянутый выше проект «Развитие стандартизации», который финансируется за счет займа МБРР. Общая сумма проекта составляет 34 млн дол., из которых МБРР оплачивает 24 млн дол. В качестве безвозмездной технической помощи 800 тыс. дол. предоставлено правительством Канады. В проекте сформули-

рованы основные цели, которые определены как приоритетные: создание информационной базы по российским и международным стандартам; приведение отечественных стандартов в основных отраслях экономики в соответствие с международными требованиями; повышение эффективности сертификации отечественной продукции и проведение международной аккредитации испытательных лабораторий (центров).

Проект состоит из трех частей:

А. Создание в рамках Госстандарта России и ряда министерств и ведомств центра обработки запросов, в задачи которого входят обработка информационных запросов по стандартам; рассылка уведомлений (нотификаций); оказание технической помощи экспортерам и другое в соответствии с Соглашением по техническим барьерам в торговле. Основные пользователи центра — федеральные министерства и ведомства; региональные центры стандартизации, метрологии и сертификации; научно-исследовательские институты; международные и зарубежные национальные организации по стандартизации, метрологии, сертификации; российские и зарубежные участники международной торговли.

Эксплуатационные расходы центра предполагается оплачивать частично из бюджета, частично за счет абонентов, причем вторая составляющая будет постоянно возрастать.

Б. Гармонизация, т.е. обеспечение соответствия российских стандартов международным стандартам на продукцию приоритетных отраслей.

Процесс гармонизации сопряжен с тщательным анализом норм, требований, содержания отечественных и аналогичных международных стандартов, а также с выявлением возможности и целесообразности прямого применения международных стандартов прежде всего в производстве продукции для внешних рынков.

В. Сертификация и аккредитация. Эта часть проекта направлена на расширение возможностей для сертификации конкретных видов продукции через обучение персонала, оснащение испытательных лабораторий (центров) современным оборудованием и метрологическими приборами, что усилит возможности аккредитации в зарубежных сертификационных системах. Проект предусматривает стажировку персонала органов по сертификации и испытательных лабораторий в Организации экономического содействия и развития (ОЭСР), а также в зарубежных центрах обработки запросов по линии ВТО.

Более 20 российских министерств выразили заинтересованность проектом и направили в Госстандарт заявки на оснащение своих информационных центров необходимыми материалами.

Реализация проекта даст возможность сформировать испытательную базу для проведения сертификации продукции и ус-

луг на уровне мировых испытательных центров; обеспечить признание результатов испытаний зарубежными партнерами; выполнить одно из основных требований Соглашения по техническим барьерам в торговле — создать информационный центр по стандартизации и сертификации; повысить эффективность применения международных стандартов в экономике России.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какая организация играет ведущую роль в информационном обеспечении работы органов стандартизации всех стран мира?
2. Какая организация является головной в России по информационному обеспечению?
3. Каковы основные направления совершенствования российской системы стандартизации?

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

**ОСНОВЫ КОНТРОЛЯ  
В СПОРТЕ**

## РАЗДЕЛ V

# КОНТРОЛЬ КАК ЗВЕНО УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ

## ГЛАВА 14

### ПОНЯТИЕ ОБ УПРАВЛЕНИИ

#### 14.1 Основные термины и понятия

*Управлением* называют целенаправленный перевод системы из одного состояния (исходного) в заданное другое (конечное), осуществляемый посредством управляющих воздействий, обеспечивающих решение (или продвижение к решению) поставленных ближних или дальних задач.

Под *системой* понимается совокупность функционально взаимосвязанных частей, называемых элементами системы. 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. Однотипные системы (например, сердечно-сосудистые системы разных спортсменов) имеют однотипные свойства, отличающиеся по величине. Величина, характеризующая какое-либо свойство системы, называется *переменной* (другие названия — характеристика, параметр, показатель). Всякая реальная система характеризуется большим числом переменных. Переменные, которые

важны с точки зрения рассматриваемой задачи, называются *существенными* (или информативными), а те, которые с этой точки зрения не важны, — *несущественными* (или неинформативными).

*Состояние системы* (в данный момент времени) определяется совокупностью значений ее существенных переменных. С течением времени состояние системы меняется. 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 *управлением*.

Управляемая система состоит минимум из двух частей: *управляемого и управляющего объектов*. 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 системе управления спортивным коллективом — это приказы и распоряжения руководства, а обратные связи — 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 англ. 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 стра-

ны: А. Н. Колмогоровым, П. К. Анохиным, Н. А. Бернштейном. Н. А. Бернштейн долгие годы занимался биомеханическими исследованиями в физическом воспитании и спорте.

## 14.2. Управление в спортивной тренировке

*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 спортивной подготовкой 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;

телосложение;

состояние физиологических функций, в частности двигательной функции, а именно: а) возможности выполнять определенный круг движений (т.е. техническая подготовленность); б) уровень двигательных (физических) качеств.

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 соответствующим 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 такая 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.

Конечно, приведенная схема весьма упрощена. Ее следует уточнить.

Поведением спортсмена, строго говоря, 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 самоуправ-

ляемую 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).

#### Вопросы для самоконтроля

1. Что называется управлением?
2. Что понимается под системой?
3. Чем определяется состояние системы в данный момент времени?
4. Чем определяется эффективность управления тренировочным процессом?
5. Что называется срочным тренировочным эффектом?

## ГЛАВА 15

### КОНТРОЛЬ – КОМПОНЕНТ УПРАВЛЕНИЯ

#### 15.1. Основные положения контроля

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*. Без нее невозможно управление сколько-нибудь сложной системой, процессом. Ее должны получать и сам спортсмен, и его тренер, и физкультурник.

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);



Рис. 26. Схема управления

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

Схема управления приведена на рис. 26.

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.

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.

## 15.2. Характеристика разновидностей контроля

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 следующими обстоятельствами. Цель тренировки — это воздействие 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 основе 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. Состояние спортсмена в момент выполнения упражнения (или сразу же после его окончания) называется *оперативным*.

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 упражнениях и тестах, с одной стороны, и частными объемами нагрузок за этап — с другой. Для этого частные объемы специализированных и неспециализированных упражнений, а 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 тренирово-

вок, 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.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое обратная связь?
2. Какие различают виды контроля за спортивной подготовкой?
3. Какой тренировочный эффект лежит в основе этапных состояний?
4. Какое состояние спортсмена называют оперативным?

РАЗДЕЛ VI

**ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И  
ПОКАЗАТЕЛИ СПОРТИВНОЙ  
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ**

ГЛАВА 16

**КЛАССИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ И  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПОРТИВНОЙ  
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ**

**16.1. Свойства и показатели спортивной  
подготовленности**

В зависимости от специфических требований, предъявляемых к спортивному достижению в отдельных спортивных дисциплинах, свойства и показатели спортивной подготовленности подразделяются на группы (табл. 15).

Количественная характеристика свойств спортсмена, входящих в состав его подготовленности, рассматриваемая применительно к определенным условиям тренировки и соревновательной деятельности, называется *показателем* спортивной подготовленности.

Показатель спортивной подготовленности численно характеризует степень проявления определенного свойства, входящего в состав подготовленности спортсмена. Его наименование определяет характеризующее свойство. Например, быстрота сенсомоторной реакции, выносливость, гибкость и т.д. Численные значения могут выражаться как в размерных единицах (например, Н, Вт и т.д.), так и в безразмерных (например, шкала трудности гимнастических элементов и т.д.).

Показатели спортивной подготовленности можно представить одним из следующих двух классов:

Таблица 15. Классификация свойств и показатели спортивной подготовленности

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

1) показатели, которые *можно измерить* объективными средствами (например, максимальная сила мышечной группы, время одиночного движения, подвижность в отдельных суставах и т.д.);

2) показатели, которые *невозможно определить* объективными средствами (например, эффективность командных действий, экспрессивность движений фигуристов, эмоционально-моторная устойчивость и т.д.).

В последнем случае численные значения показателей спортивной подготовленности определяются квалифицированными специалистами (экспертами) и выражаются в условных единицах — баллах.

Показатели спортивной подготовленности являются *основой для оценки* уровня спортивно-технического мастерства спортсмена. *Уровень спортивно-технического мастерства* — относительная характеристика свойств специальной подготовленности спортсмена, основанная на сравнении значений показателей свойств оцениваемого спортсмена с соответствующими показателями спортсмена, принятого в качестве модельного образца-аналога. Эти показатели включаются в перспективные планы подготовки спортсменов, планы НИР и типовые программы комплексного обследования спортсменов. Количество показателей спортивной подготовленности, подлежащих включению в планы подготовки спортсменов и типовые программы их комплексных обследований, может быть различным в зависимости от целей и уровня спортивного совершенствования.

Под *параметром* спортивной подготовленности понимается количественная характеристика любых свойств или состояний спортсмена. Параметр спортивной подготовленности – более общее понятие, чем показатель спортивной подготовленности, как по области распространения, так и по содержанию.

*Признак* спортивной подготовленности – это качественная и (или) количественная характеристика любых свойств или состояний спортсмена. Признак спортивной подготовленности является общим понятием, включающим показатели и параметры спортивной подготовленности. Связь понятий «признак», «параметр» и «показатель спортивной подготовленности» показана на рис. 27.

Многообразие задач и целей оценки уровня специальной подготовленности спортсмена требует классификации показателей спортивной подготовленности по различным признакам (табл. 16).

Показатель спортивной подготовленности, относящийся только к одному из ее свойств, называется *единичным* показателем спортивной подготовленности; относящийся к нескольким ее свойствам – *комплексным* показателем.

Показатель *спортивной* подготовленности, относящийся к такому ее свойству или такой совокупности ее свойств, по которым принимают решение оценивать специальную подготовленность спортсмена, называется *определяющим* показателем. Определяющий показатель может быть единичным и комплексным.

Комплексный определяющий показатель спортивной подготовленности называют *обобщенным*.

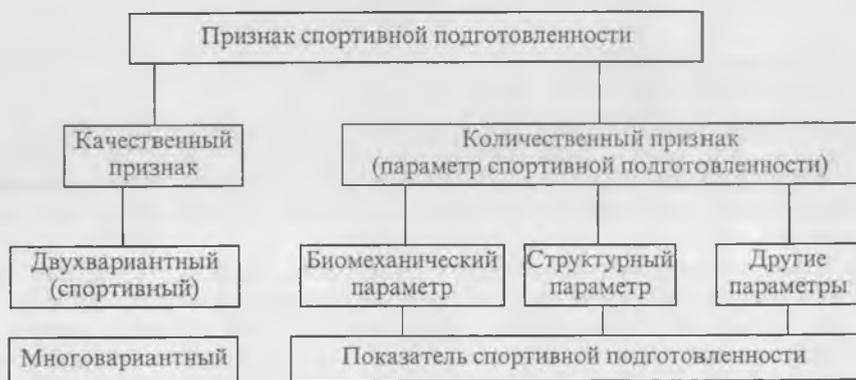


Рис. 27. Связь понятий: признак, параметр и показатель спортивной подготовленности

Таблица 16. Группировка показателей спортивной подготовленности по различным классификационным признакам

Классификационный признак	Группы показателей спортивной подготовленности
1. По характеризующим свойствам и действующим факторам	Функциональные показатели. Показатели надежности (безошибочности и помехоустойчивости). Эстетические показатели. Педагогические показатели. Медицинские показатели. Антропометрические показатели. Физиологические показатели. Биомеханические показатели. Психологические показатели. Социальные показатели
2. По способу выражения	Показатели, выраженные в физических единицах, в безразмерных величинах (очки, баллы, ранги, проценты)
3. По количеству характеризующих свойств	Единичные показатели. Комплексные показатели (групповые, обобщенные, определяющие)
4. По применению для оценки	Модельные значения показателей. Относительные значения показателей
5. По стадии определения значений показателей	Прогнозируемые и планируемые показатели. Тренировочные показатели (оперативные, текущие, этапные). Соревновательные показатели
6. По единообразию и точности характеризующих свойств и действующих факторов	Показатели стандартизации и унификации. Метрологические показатели

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

Классификация показателей спортивной подготовленности по количеству характеризующих свойств приведена на рис. 28 и 29.

Обоснованный выбор показателей для оценки уровня спортивной подготовленности имеет первостепенное значение при включении их в типовую программу комплексных обследований спортсменов. Для осуществления такого выбора нужно располагать номенклатурой групп показателей спортивной подготовленности, удовлетворяющей требованиям необходи-

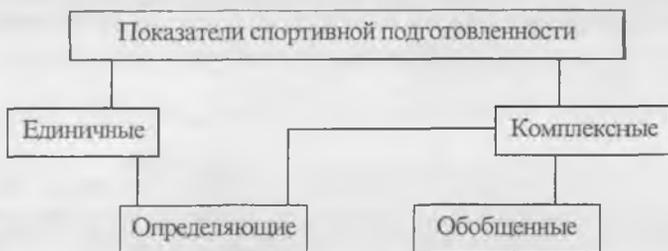


Рис. 28. Классификация показателей спортивной подготовленности по количеству характеризующих свойств

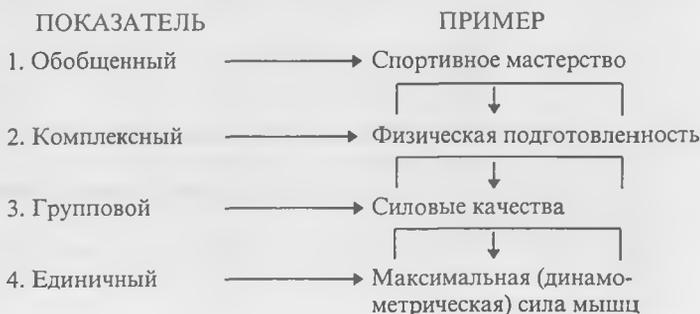


Рис. 29. Схема дерева показателей спортивной подготовленности

мости и достаточности. Иными словами, эта номенклатура должна содержать только такие показатели, которые найдут практическое применение (т.е. окажутся необходимыми). Кроме того, она должна содержать все группы показателей, определяющих *международный* (олимпийский) уровень спортивных достижений.

## 16.2. Спортивно-педагогические показатели

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

*Показатели физической подготовленности.* Это показатели, используемые при определении соответствия уровня совершенствования двигательных (физических) качеств спортсмена условиям и требованиям их проявления в тренировке и в состязаниях.

В табл. 17 приводится перечень групповых и единичных показателей физической подготовленности. Следует отметить, что

Таблица 17. Номенклатура показателей физической подготовленности

Групповые показатели	Единичные показатели
СИЛОВЫЕ	<p>Собственно силовые показатели (максимальная статическая и динамическая сила в различных режимах мышечного напряжения, средняя сила, относительная сила). Интегральные показатели (импульс силы). Дифференциальные показатели (градиент силы, скорость-силовой индекс)</p>
СКОРОСТНЫЕ	<p>Показатели элементарных форм быстроты (быстрота простой реакции, быстрота сложной реакции, время одиночного движения, частота и темп локальных движений). Показатели комплексных форм быстроты и динамики скорости в циклических движениях (время бега, максимальная скорость, быстрота достижения и продолжительность удержания максимальной скорости, быстрота стартового ускорения, средняя скорость). Показатели интенсивности работы (скорость, мощность, сила). Показатели объема работы (пройденное расстояние, продолжительность работы, импульс силы, выполненная работа). Относительные показатели (коэффициент и индекс выносливости, запас скорости). Биоэнергетические показатели. Показатели координационной сложности движений (трудность упражнений, продолжительность освоения упражнений). Показатели точности выполнения движений (дифференциальные: пространственные, силовые, временные и комплексные: меткости, слежения). Показатели устойчивости движений и поз (статического и динамического равновесия, балансирования предметами). Показатели экономичности движений (коэффициенты экономичности). Показатели рациональности мышечного расслабления (тонической, скоростной и координационной напряженности). Основные показатели (активная и пассивная подвижность в суставах). Производные показатели (дозированная пассивная подвижность, дозированный дефицит подвижности, максимальный дефицит подвижности, запас гибкости, интервал болевого порога)</p>

педагогические показатели позволяют вскрыть лишь внешние результаты двигательной деятельности спортсмена, но не внутренние (органические) процессы, лежащие в их основе.

*Показатели технической подготовленности* характеризуют свойство спортсмена эффективно и рационально осуществлять двигательные действия ( в том числе и сложные совокупности действий), которые служат средством (специфических умений и навыков) к достижению успеха в соревновании.

Основные показатели технической подготовленности спортсмена приведены в табл. 18.

*Показатели тактической подготовленности* характеризуют свойства спортсмена, обуславливающие целесообразность и правильность применения средств, способов и форм спортивной борьбы в конкретных условиях состязаний. В табл. 19 приведен перечень групповых и единичных показателей тактической подготовленности.

*Показатели теоретической подготовленности* учитывают комплекс системы знаний и опыта спортсмена, сконцентрированных в специализированных научных дисциплинах, сложившихся в сфере спорта. Спортсмен — это человек, живущий в обществе, поэтому его образовательная подготовленность должна включать оценку знаний общественных и гуманитар-

Таблица 18. Номенклатура показателей технической подготовленности

Групповые показатели	Единичные показатели
ТЕХНИКИ	Показатели объема (количества) освоенных двигательных навыков и умений (приемов, элементов, соединений, каскадов, действий) — арсенал техники. Показатели разносторонности двигательных действий (степень разнообразия освоенных навыков и умений, коэффициент предпочтений)
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ	Показатели рациональности техники (биомеханические, физиологические, психологические и эстетические). Показатели сравнительной (дискриминативной) эффективности (усредненная техника спортсменов высокой квалификации). Показатели реализационной эффективности (реализации двигательного потенциала, функциональной экономизации). Показатели стабильности техники (помехоустойчивости и автоматизированности)

Таблица 19. Номенклатура показателей тактической подготовленности

Групповые показатели	Единичные показатели
ТАКТИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН	Показатели объема (количества) освоенных действий (приемов, ходов, вариантов, комбинаций). Показатели рациональности действий (установка на «результат» или «на выигрыш»). Показатели тактического мышления (психологическое воздействие на соперника, выбор позиции, маскировка намерений, распределение сил в ходе состязания, взаимодействие с партнерами, гибкость использования техники, быстрота переключения комбинаций)
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТАКТИКИ	Показатели результативности действий (активности, полезности, ценности). Показатели тактической надежности (безошибочности, своевременности, восстанавливаемости)

ных наук, определяющих систему норм отношений людей к миру и друг к другу, т.е. систему мировоззренческих и поведенческих качеств личности, являющихся основой убеждений и идеалов.

Применяемость групповых и единичных показателей теоретической подготовленности спортсмена приведена в табл. 20.

Для оценки и контроля педагогических показателей спортивной подготовленности специалистами спорта разработано большое число количественных и качественных характеристик и критериев. Подробное их изложение дано в научной, учебной и методической литературе.

Педагогические показатели должны выбираться применительно к конкретной специализации (спортивной дисциплине) и к конкретной ступени спортивного совершенствования (спортивной классификации).

### 16.3. Показатели функциональной подготовленности

*Показатели функциональной подготовленности* характеризуются комплексом свойств и качеств спортсмена, определяющих эффективность его тренировочной и соревновательной деятельности, его соответствие целевому назначению — специфическим требованиям спортивного достижения. Например, применительно к спортсменам-многоборцам — это свойства

Таблица 20. Номенклатура показателей теоретической подготовленности

Групповые показатели	Единичные показатели
СПОРТИВНЫЕ ЗНАНИЯ (ТЕОРИЯ)	Доскональное знание и глубокое освоение теории конкретного вида спорта и спортивной специализации. Компетентное знание основных общих положений спорта и дисциплин, лежащих за пределами данной узкой специализации в спорте
СПОРТИВНАЯ ПРАКТИКА (ОПЫТ, УМЕНИЯ, НАВЫКИ)	Самостоятельные тренировки и участие в соревнованиях. Составление планов учебно-тренировочного процесса. Владение приемами страховки и само страховки. Оборудование места тренировки и состязаний. Участие в судействе состязаний. Изготовление и ремонт спортивной формы и инвентаря. Оказание первой медицинской помощи. Саморегуляция неблагоприятных психических состояний. Перенимание опыта партнеров и известных спортсменов. Помощь партнерам в овладении спортивным мастерством
ТВОРЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНТЕЛЛЕКТА (МЫШЛЕНИЕ И КАЧЕСТВА УМА)	Предвидение возможных препятствий и заблаговременный подбор способов их преодоления. Знание собственных достоинств и недостатков в спортивной деятельности. Анализ спортивных ситуаций и причин неудач. Организация индивидуальной деятельности по самовоспитанию. Использование рекомендаций научно-методической литературы по спорту. Знание спортивных событий в стране и за рубежом. Рассудочность, ясность, критичность, изобретательность, самостоятельность, последовательность, наблюдательность мышления

универсальности (десятиборье, современное пятиборье) и широты (конькобежное, гимнастическое многоборья) психофизических в своей основе возможностей спортсмена (табл. 21).

В реальных ситуациях тренировочной работы и участия в состязаниях функциональное состояние спортсмена изменяется под влиянием целого ряда как связанных между собой, так и независимых воздействий. При этом реакция спортсмена выражается в разнообразных изменениях его физиологических и личностно-психологических характеристик.

Таблица 21. Классификация свойств функциональной подготовленности

Признак классификации	Группы свойств
КОМПОНЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ	Психические свойства (психическое состояние, психические качества, психическая работоспособность). Нейродинамические свойства (корковые процессы, вегетативная регуляция)
КОМПОНЕНТЫ ИСПОЛНЕНИЯ	Двигательные свойства (физические качества, двигательная активность). Энергетические свойства (аэробная производительность, анаэробная производительность)

В литературе обычно выделяются три типа критериев, с помощью которых можно оценить функциональное состояние спортсмена: физиологические, поведенческие и субъективные. В табл. 22 представлены основные физиологические показатели функциональной подготовленности спортсмена.

В монографиях и справочниках даются детальные описания используемых в контроле и оценке функциональной подготовленности спортсменов физиологических показателей.

Следует учитывать тот факт, что конкретные спортивные дисциплины предъявляют различные требования к уровню функциональной подготовленности спортсмена.

Таблица 22. Номенклатура физиологических показателей функциональной подготовленности

Групповые показатели	Единичные показатели
ЦНС	Показатели головного мозга (разность потенциалов переменного электрического поля, статический потенциал, кровенаполнение, неоднородность структуры мозга). Показатели биопотенциалов субкортикальных отделов ЦНС. Показатели спинномозговой жидкости (Ликвора — давление, температура)
АНАЛИЗАТОРОВ	Показатели чувствительности (абсолютный и дифференциальный пороги чувствительности). Показатели пространственных характеристик (поле зрения, диаграммы направленности). Показатели временных характеристик (хронаксия, критическая частота мельканий, интервал дискретности)

Групповые показатели	Единичные показатели
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	<p>Показатели электромагнитного поля сердца (разность потенциалов электромагнитного поля и напряженность магнитного поля).</p> <p>Показатели движения сердца и крупных сосудов (изменение размеров сердца и сосудов, скорость движения мышцы и клапанов сердца, перемещение стенок артерий и вен, скорость распространения пульсовой волны).</p> <p>Показатели движения грудной клетки при работе сердца (перемещение, скорость и ускорение стенки грудной клетки, давление в грудной клетке).</p> <p>Показатели движения тела при работе сердца (перемещение, скорость и ускорение тела; перемещение центра тяжести).</p> <p>Показатели движения крови в сердце и сосудах (давление крови в сердце, крупных сосудах, артериях и венах; изменение объема органов при кровенаполнении, скорость кровотока, минутный объем кровообращения, циркулирующий объем крови)</p>
ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ	<p>Показатели легочных объемов (ЖЕЛ, общая емкость легких, функциональная остаточная емкость, остаточный объем, объем вдоха, мертвое пространство, неравномерность вентиляции, минутный объем дыхания).</p> <p>Показатели механики дыхания (частота дыхания, объемная и линейная скорость вдоха и выдоха, давление воздуха на вдохе и выдохе, степень растяжимости легких и грудной клетки, изменения объема грудной клетки, величина работы дыхания).</p> <p>Показатели дыхания на этапе «альвеолярный воздух — кровь легочных капилляров» (% <math>O_2</math>, % <math>CO_2</math>, <math>PO_2</math>, <math>PCO_2</math> в альвеолярном и выдыхаемом воздухе, объем поглощенного <math>O_2</math> и выделенного <math>CO_2</math>, диффузная способность легких).</p> <p>Показатели газового состава артериальной крови (процентное содержание <math>O_2</math> и <math>CO_2</math>, парциальное давление <math>O_2</math> и <math>CO_2</math>, pH крови)</p>
ЭНДОКРИННЫЕ	Показатели эпифиза, гипофиза, тимуса, щитовидной железы, околощитовидной железы, поджелудочной железы, надпочечников, половых желез

Групповые показатели	Единичные показатели
НЕРВНО-МЫШЕЧНЫЕ	Показатели биоэлектрической активности мышц (порог возбуждения, хронаксия, порог тетануса, порог лессима, биопотенциалы мышц, Н-рефлекс). Показатели биомеханической деятельности мышц (сила и силовая выносливость; упругость, вязкость и твердость мышцы; кинематические показатели движений тела (перемещение, скорость, ускорение))
ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ	Показатели обмена веществ (белков, углеводов, жиров, воды и минеральных веществ). Показатели энергетического обмена (энергетический баланс, потребление кислорода и кислородный долг, основной обмен, добавочный расход энергии)
ТЕПЛО-ОБМЕНА	Показатели регуляции теплообмена (теплопродукции, теплоотдачи, температуры тела, регуляции температуры тела)

Использование физиологических показателей в оценке функциональной подготовленности спортсменов сдерживается существенными трудностями метрологического порядка. Несмотря на относительную простоту непосредственного количественного измерения наблюдаемых при обследовании спортсменов сдвигов физиологических функций, перед специалистом спорта встает целый ряд проблем. К их числу относятся задачи создания и выбора адекватных целям контроля методических средств анализа (математические модели и концептуальные схемы анализа).

Существует целый ряд общих для всех видов физиологических измерений, метрологических проблем, главные из которых — это проблемы эталонного уровня функционирования и нелинейности шкал измерений.

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

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

К подгруппе психометрических показателей относятся:

- абсолютные и дифференциальные пороги чувствительности в различных модальностях;
- показатели работоспособности анализаторов;
- особенности восприятия пространственных отношений и репродуктивного мышления;
- показатели устойчивости и объема внимания при длительной однообразной работе;
- преимущественная установка на скорость или тщательность в работе;
- темп психических процессов при влиянии помех;
- особенности процесса мышления (активности, сообразительности и оперативной памяти);
- особенности внимания в работе в вынужденном темпе и при дефиците времени.

Основными психологическими средствами оценки функциональной подготовленности спортсмена являются короткие тестовые испытания (степ-тест и теппинг-тест, корректурная проба, численно-буквенные сочетания, отыскивание чисел, восприятие времени, порог различения массы, «перепутанные линии», проба с кольцами, отыскание закономерностей, реакция на движущийся объект, измерение тремора, поддержание равновесия тела, точность оценивания и отмеривания параметров движений), характеризующих эффективность различных психических процессов во время выполнения двигательного задания.

Применение психометрических показателей — один из наиболее перспективных путей решения проблем оценки функциональной подготовленности спортсмена, так как они, с одной стороны, непосредственно характеризуют возможности спортсмена, а с другой — объективны в том смысле, что исключают возможность сознательного завышения оценки спортивной работоспособности.

Однако большинство из существующих психометрических методов имеет два серьезных недостатка. Прежде всего задания, по выполнению которых судят о функциональном состоянии, имеют мало общего с реально выполняемой спортсменом деятельностью.

Другой принципиальный недостаток существующих психометрических методов тестирования состоит в том, что с их помощью можно оценивать лишь результативную сторону деятельности и, как правило, ничего нельзя сказать о причинах наблюдаемых изменений.

*Показатели субъективных состояний* предназначаются для оценки степени утомления самим спортсменом (табл. 23). Испытуемого спортсмена просят соотнести свое состояние с рядом признаков, для каждого из которых выделены полярные оценки (отсутствие — присутствие, плохой — хороший).

Таблица 23. Субъективные показатели утомления

Групповые показатели	Единичные показатели
УСТАЛОСТЬ	Учащение дыхания, боль в мышцах, ощущение усталости, затруднение дыхания, учащение сердцебиений, слабость в ногах, истощение сил, дрожь в ногах, сухость во рту, одышка
НЕЖЕЛАНИЕ РАБОТАТЬ	Потливость, напряженность, желание изменить род деятельности, ощущение дискомфорта
МОТИВАЦИЯ	Ощущение свежести, определенность в действиях, заинтересованность, энергичность

В спорте широкое распространение получила методика оценки субъективного состояния, основанная на трех группах показателей: самочувствия, активности и настроения (САН).

Основное направление развития методов субъективных оценок функционального состояния идет по линии создания многоплановых тестов, основанных на использовании метода шкалирования — субъективной психофизиологии и психомоторики. Таким образом, развитие этого направления сталкивается в основном с трудностями метрологического характера. Поэтому оценка функциональной подготовленности, основанная только на данных субъективного отчета и самооценки, может не отражать истинного положения дел.

#### 16.4. Показатели соревновательной надежности

Специфика соревновательной надежности в отличие от спортивно-технической, тактической, психической и другой надежности определяется потребностью в безотказном выступлении в соревнованиях соответствующего ранга с заданной результативностью в условиях сбивающих помех спортивной конкуренции в течение всего состязания (табл. 24).

Важнейшие компоненты соревновательной надежности — это высшая результативность действий спортсмена и устойчивость этого уровня подготовленности в экстремальных условиях (помехоустойчивость).

В качестве дополнительных показателей соревновательной надежности спортсменов можно также использовать следующие:

- вероятность безошибочного решения соревновательной ситуации, т.е. вероятность того, что при реализации рассматриваемой соревновательной ситуации будут правильно выполнены именно те действия, которые составляют програм-

Таблица 24. Классификация и исходная номенклатура показателей соревновательной надежности

Описываемое свойство	Вид показателей	Показатели, их условные обозначения
СОРЕВНОВАТЕЛЬНАЯ НАДЕЖНОСТЬ в целом (сложное свойство, включающее такие свойства, как безотказность и помехоустойчивость)	Комплексные	Коэффициент сохранения соревновательной эффективности — $K_{с.э}$ Коэффициент соревновательной готовности — $K_{сг}$ Коэффициент использования — $K_{и}$ Коэффициент оперативной готовности — $K_{ог}$
БЕЗОТКАЗНОСТЬ (свойство спортсмена выполнять заданные действия в пределах соревновательных требований)	Единичные	Вероятность соревновательной безотказности — $P(t)$ Параметр потока отказов — $w(t)$ Среднее соревновательное время до первого отказа — $T_{ср}$
ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ (свойство спортсмена эффективно выполнять действия вопреки возникающим внешним и внутренним воздействиям)	Единичные	Вероятность устранения ошибки в заданное время — $P_y(t)$ Среднее время устранения ошибочных действий — $T_y$

му реализации данной ситуации и именно в заданной последовательности;

- вероятность успешного выполнения заданных действий в соревновательной ситуации, т.е. вероятность того, что при возникновении определенной соревновательной ситуации заданные действия будут успешно выполнены;

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

- вероятность успешной реализации последовательно возникающих соревновательных ситуаций.

Представляется, что уровень соревновательной надежности спортсменов определяется следующими основными факторами:

- надежностью используемых технико-тактических средств и приемов;

- рациональностью распределения задач, решаемых в системе соревновательных мероприятий;

• наличием различных видов избыточности возможностей спортсмена (физической, технико-тактической, психической, информационной, функциональной, инвентарной и пр.).

Выбор состава показателей, используемых для описания и обеспечения соревновательной надежности, определяется характером соревновательных функций спортсменов, их сложностью и особенностями соревновательных требований видов спорта.

При формулировке требований к соревновательной надежности спортсмена необходимо учитывать:

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

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

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

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

3) разработкой практических методик оценки, контроля и нормирования надежности соревновательных действий в различных группах видов спорта. Эта задача может быть решена только на основе математических моделей, упомянутых в п. 2, путем наиболее удобного их использования на практике;

4) составлением таблиц накопленных справочных данных, характеризующих надежность и соревновательные свойства и показатели спортсменов.

## 16.5. Показатели личности спортсмена

В БСЭ (1973) термин «личность» характеризуется признаками, обозначающими: 1) человеческий индивид как субъект отношений и сознательной деятельности (лицо в широком смысле слова) или 2) устойчивую систему социально значимых черт, характеризующих индивида как члена того или иного общества или общности.

Науки, изучающие взаимосвязи общества и человека, определяют «личность», исходя из своих методологических схем.

Таблица 25. Основные характеристики личности

Признаки классификации	Группы свойств	Показатели
ЧЕЛОВЕК КАК ИНДИВИД	Возрастно-половые свойства Индивидуально-типические свойства	Стадии онтогенетической эволюции, половой диморфизм, интенсивность онтогенетических стадий. Конституциональные особенности, нейродинамические свойства мозга, особенности функциональной геометрии больших полушарий
ЧЕЛОВЕК КАК ЛИЧНОСТЬ	Статус в обществе	Экономические, политические, правовые, идеологические положения в обществе. Социальная биография
ЧЕЛОВЕК КАК СУБЪЕКТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	Сознание Деятельность	Творчество (знания, умения, навыки) Способности и талант

Социологический, антропологический, психологический, медицинский, педагогический, юридический подходы существенно разнятся. Из всех этих подходов нас в данном случае более всего интересует психологический (табл. 25).

Психологический аспект обязывает изучать личность человека с точки зрения связи (заимствования) данных естественных и общественных наук.

Личность — одно из центральных понятий психологической науки. И, пожалуй, одно из наиболее сложных.

Приведем пример определения термина «личность» с выделением целостных семантических единиц, предложенного видным советским психологом А. Н. Леонтьевым (1970): «Мой взгляд на личность состоит в том, что личность есть особое целое (1), особое психологическое новообразование (2), формирующееся только у человека (3) и представляющее собой относительно поздний продукт общественно-исторического развития (4) и онтогенетического развития (5)».

В спорте, исходя из запросов практики, наибольшее распространение получили показатели личности, представленные в табл. 26.

Экспериментальные методы оценки психических свойств личности называют психодиагностическими и обычно делят на вопросники (личностные опросники, миннесотский многомерный личностный опросник — ММРП, 16-факторный лич-

Таблица 26. Показатели личности

Психические явления	Показатели
ПРОЦЕССЫ	Познавательные, эмоциональные и волевые
СОСТОЯНИЯ	Активность, уверенность, решительность
СВОЙСТВА	Направленность, способности, темперамент, характер
ОБРАЗОВАНИЯ	Знания, умения, навыки, опыт

ностный опросник Кеттелла, личностный опросник Айзенка) и проективные методики (тест тематической апперцепции – ТАТ, тест Роршаха, фрустрационный тест Розенцвейга).

Спортивные социологи выделяют следующие наиболее существенные личностные качества выдающихся спортсменов:

достаточно высокую общую одаренность;

быстрый темп психических процессов и способность к интенсификации психической деятельности;

эмоциональную устойчивость;

сильную волю;

высокий уровень притязаний, уверенность в себе, склонность к риску, стремление к лидерству, общительность, открытый характер и чувство юмора;

активную направленность и интерес к спортивной деятельности.

## ГЛАВА 17

### КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА ОБСЛЕДОВАНИЙ СПОРТСМЕНОВ

#### 17.1. Критерии оценки спортивной подготовленности

*Под критериями*, на основании которых вырабатывается суждение о качестве обследований спортсменов, понимаются признаки и свойства, присущие исследовательской проверке состояния спортсмена по ее природе, назначению и отражающие опыт ее осуществления, реализации.

*Критерии качества оценки спортивной подготовленности* отражают требования к составу и содержанию оценочных показателей, методам их определения, организации процессов оценивания.

*Критерий объективности* оценок заключается в том, что они (оценки) не должны зависеть или зависеть в минимально возможной степени от субъективного мнения лиц, выполняющих оценку. Они должны осуществляться беспристрастно, без проявления заинтересованности в преднамеренном искажении.

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

*Критерий целенаправленности* оценок определяется ориентировочной направленностью научной, методической, медицинской и другой деятельности (обеспечения) на повышение уровня спортивных достижений. Этому критерию подчиняются в первую очередь процедуры организации, осуществления и использования оценок, так как сами оценки, являясь объективными и достоверными, поневоле обязаны способствовать совершенствованию спортивных достижений.

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

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

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

числу используемых показателей спортивной подготовленности, номенклатурный перечень которых не должен быть слишком большим, так как иначе система оценки станет громоздкой. Вместе с тем требование простоты не должно приводить к грубым оценкам, упрощениям, искажающим истинную картину, т. е. к нарушению требования достоверности.

*Критерий практической реализуемости* означает, что система оценок не должна опираться на организационные формы, которые не могут быть применены в действующей практике управления подготовкой спортсменов. Оценки спортивной подготовленности должны удовлетворять требованиям оперативности, согласно которым продолжительность проведения и сроки завершения процессов оценки не должны превосходить заданных предельных значений, обусловленных необходимостью использования оценок в управлении тренировочным процессом. Запоздалые оценки не могут быть эффективно применены в целях активного влияния на качество обследований спортсменов.

## 17.2. Показатели стандартизации и унификации

Напомним, что стандартизация определяется как установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на пользу всем заинтересованным сторонам и при их участии. Стандартизация базируется на объединенных достижениях науки, техники и практического опыта и определяет основу не только настоящего, но и будущего развития и должна осуществляться неразрывно с прогрессом.

*Главным содержанием требований стандартов в спорте* являются устанавливаемые ими нормы, правила, понятия, обозначения, методы, характеристики, параметры, которые должны обеспечивать:

подготовку высококвалифицированных спортсменов и их соревновательную результативность в мировом спорте;

единство и требуемую точность измерений, оценок и контроля состояний спортсмена;

безопасность учебно-тренировочного процесса и охрану здоровья спортсменов;

требования спортивной эстетики;

передовую организацию и эффективное управление подготовкой спортсменов.

Комплексные научные группы (КНГ) по видам спорта через сферу стандартизации получают русло для выхода в практику и научно-методического апробирования своих разработок, а стандартизация через КНГ со своей стороны выдвигает требо-

вания к строгой количественной оценке показателей управления учебно-тренировочным процессом, к точности и надежности методических рекомендаций для включения их в стандарты.

В спорте этап стандартизации, по-видимому, уже наступил, что подтверждается публикациями, учебниками для ИФК, докладами на научных конференциях и специальными требованиями Международного комитета стандартизации тестов физической пригодности (табл. 27).

Укрупненная формулировка направлений развития стандартизации в спорте определяется как разработка комплекса стандартов на требования тренировочного процесса к системам контроля с целью внедрения этих требований (через стандарты)

Таблица 27. Стандартизованные показатели качества тестов

Комплексные показатели	Единичные показатели
ДОБРОТНОСТЬ (АУТЕНТИЧНОСТЬ) ТЕСТА	Обобщенный показатель, включающий такие комплексные показатели, как надежность и информативность
НАДЕЖНОСТЬ ТЕСТА (степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же испытуемых в одинаковых условиях)	Стабильность теста (воспроизводимость результатов при его повторении через определенное время в одинаковых условиях). Согласованность теста (характеризуется независимостью результатов тестирования от личных качеств лица, проводившего тест)
ИНФОРМАТИВНОСТЬ (ВАЛИДНОСТЬ) ТЕСТА (степень точности, с какой он измеряет свойство, для оценки которого используется)	Эквивалентность теста (разновидность двух форм одного и того же теста). Эмпирическая информативность (когда результаты теста сравнивают с некоторым критерием). Конкурентная информативность (когда результаты теста сравниваются с другим тестом, информативность которого доказана). Факторная информативность (когда результаты сравниваются с одновременным действием ряда непосредственно не наблюдаемых факторов). Логическая (содержательная) информативность (когда тест является частью тех действий, которые выполняет испытуемый). Информативность по определению (когда договариваются о том, какой смысл вкладывается в тот или иной термин)

в конкретные процедурные, организационные и технические решения в системе управления подготовкой спортсменов.

Оценка уровня подготовленности спортсменов осуществляется в следующих случаях: при определении квалификации и присвоении спортивного разряда, отборе спортсменов на соревнования и в сборные команды, планировании показателей подготовленности в тренировочном процессе, анализе динамики уровня подготовленности, анализе информации о ходе тренировочного процесса.

Параметры подготовленности спортсменов в зависимости от характера решаемых педагогических задач классифицируются по следующим признакам: по характеризующим показателям, по способу выражения, по количеству характеризующих показателей, по применению для оценки.

В зависимости от специфических особенностей вида спорта и условий соревнований и тренировки некоторые группы показателей подготовленности спортсменов могут отсутствовать. При необходимости вводятся дополнительные группы показателей, характерных для конкретного вида спорта.

Оценка уровня подготовленности спортсмена представляет собой последовательность операций, включающую выбор совокупности показателей, определение численных значений этих показателей и сопоставление их с модельными показателями.

Методы определения численных значений показателей подготовленности спортсменов подразделяются на две группы: 1) по способам получения информации; 2) по источникам получения информации. В зависимости от способа получения информации методы определения численных значений показателей подготовленности спортсменов делятся на измерительный, регистрационный, визуальный, расчетный.

В зависимости от источника информации методы определения численных значений показателей подготовленности спортсменов делятся на традиционный, экспертный и экспериментальный.

В основе оценки уровня подготовленности спортсмена лежит сравнение совокупности показателей подготовленности с соответствующей совокупностью показателей модельного образца (совокупностью модельных значений показателей).

*Модельным образцом* называется достижимая совокупность значений показателей подготовленности идеального спортсмена, принятых для сравнения.

Совокупность модельных значений показателей должна характеризовать идеальную подготовленность спортсмена, в которой могут быть показаны результаты, соответствующие высшим мировым достижениям.

Повышенный интерес к унификации процедур комплексного обследования спортсменов возник в последние 20 лет в

связи с актуальностью проблемы повышения качества всех видов научно-методической деятельности КНГ и их конечных результатов.

Показатели унификации характеризуют насыщенность типовых программ комплексных обследований спортсменов стандартными, унифицированными и оригинальными составными частями, а также уровень унификации с другими типовыми программами обследований.

*Унификация* представляет собой рациональное сокращение числа критериев, признаков, свойств, качеств, параметров или показателей спортивной подготовленности одинакового назначения для принятия оптимальных спортивно-педагогических решений.

Наиболее типичными признаками, по которым унифицируются группировки методов оценки спортивной подготовленности, являются признаки:

- объект оценки, т.е. вид спорта и спортивная дисциплина, спортивная квалификация, возрастно-половые группы, для оценки которых применяется данный метод;

- субъект оценки, т.е. характеристический признак того, кто применяет данный метод;

- теснота связи метода с объектом (мера опосредования), т.е. характеристика направленности метода непосредственно на оценку свойств специальной подготовленности спортсмена или оценку ее побочных свойств;

- аппарат оценки, характеризующий степень формализации метода и реализующих его процедур;

- форма выражения оценок, т.е. способ представления итоговых оценок в данном методе;

- база сравнения — определяющий источник базовых параметров, используемых в данном методе для сравнения с оцениваемыми параметрами;

- степень интеграции, характеризующей меру объединения частных оценок в обобщенные критерии;

- временные, характеризующие периодичность и этапность оценки.

Типизация методов по признаку «субъект оценки» необходима, так как арсенал применяемых методов зависит от того, кто их использует, т.е. от лица или группы лиц, осуществляющих оценку.

Если оценку осуществляет сам спортсмен, то он применяет индивидуальные методы и критерии оценивания, используя неформализованный аппарат оценивания (эвристические процедуры с нефиксированным алгоритмом, интуицию). Самооценка фиксируется в виде качественных суждений, хотя она формируется с учетом количественной оценки отдельных параметров.

Если оценку осуществляет тренер, то совокупность используемых методов оценки по сравнению с самооценкой спортсмена смещается в сторону усиления в них нормированных и формализованных элементов. Так, тренер стремится построить оценку в показателях соблюдения сроков подготовки, достижения намеченных в тренировочном плане спортивно-технических показателей.

При коллегиальной, групповой экспертной оценке тенденции смещения оценок в направлении объективизации проявляются еще больше. База сравнения, применяемая при групповой оценке, весьма обширна и может охватывать всю гамму, представленную в признаках выделения методов. Оценка производится в основном по комплексным критериям, дополняемым локальными. В условиях коллегиальной оценки возможно применение единого обобщенного критерия спортивной подготовленности.

Цель типизации методов оценки по признаку «мера опосредования» — отделить прямые методы оценки показателей спортивной подготовленности по критериям, характеризующим их «целевое» назначение, выраженное в свойствах конечного итога подготовки спортсменов (соревновательной деятельности), от косвенных методов оценки подготовленности спортсмена по отдельным параметрам подготовки (физической, технической, тактической и т. п.).

Разделение методов оценки по признаку используемого в них аппарата рассматривается с позиций степени формализации оценки на основе имеющейся входной информации (методы — формализованные, неформализованные и смешанные).

Под *формализованными* понимаются методы, выражаемые посредством математических зависимостей, процедуры которых выполняются по формально-логическим алгоритмам, реализуемым с помощью средств вычислительной техники.

*Неформализованные* — способы оценки эвристического характера, не описываемые на данном уровне их познания с помощью формально-логических алгоритмов и вырабатываемые на основе интуиции.

В *смешанных* методах комбинируются формализованные и неформализованные процедуры.

Спортивная подготовленность оценивается с помощью и формализованных, и неформализованных методов, чаще всего в сочетании, поэтому наиболее типичны полуформализованные (смешанные) качественно-количественные методы оценки.

*Формы выражения оценок* имеют две основные категории: качественное суждение и количественную (числовую) оценку.

Современная тенденция развития и совершенствования качественных суждений о спортивной подготовленности состо-

ит в повышении уровня их предметности, конкретности при сохранении присущей этим оценкам описательной формы.

Числовой показатель спортивной подготовленности может быть размерным и безразмерным (относительным).

По *степени интеграции* количественные оценки в равной мере способны быть и локальными, и комплексными, и обобщенными.

Рассмотрение признаков баз сравнения важно в связи с тем, что вне базы сравнения нет, по существу, и методов оценивания, ибо, как уже говорилось, методы оценивания — это в своей основе методы сравнения.

В настоящее время имеется выраженная тенденция использовать в качестве базы сравнения показателей спортивной подготовленности так называемый уровень мировых достижений, установленный в международной спортивной практике (включая и отечественную практику спорта).

*Локальные оценки* распространяются на единичные показатели спортивной подготовленности. *Комплексные* оценки образуются путем объединения группы близких по содержанию локальных оценок. *Обобщенной* является единая оценка, которая имеет интегральный характер, аккумулирует в себе все основные стороны подготовленности спортсмена и выражает его уровень в целом одним показателем.

### 17.3. Метрологические показатели

Оценка метрологических показателей осуществляется при использовании технических средств измерений. Получаемые при обследованиях спортсменов результаты зависят от нестабильности свойств спортивной подготовленности, погрешностей измерений, психических факторов (мотивации, готовности спортсмена), параметров внешних воздействий факторов и других причин. Чаще всего перечисленными факторами, кроме погрешностей измерений показателей спортивной подготовленности или средств измерений, пренебрегают. В этом случае результатам обследований приписывают погрешности средств измерений. При этом результаты обследований и результаты измерений при обследованиях совпадают.

В типовых программах комплексных обследований спортсменов используют следующие *метрологические показатели* результатов измерений: точность, правильность, повторяемость (сходимость), воспроизводимость и достоверность.

Перечисленные показатели результатов измерений уточняются при аттестации методик выполнения измерений и нормируются, как правило, пределами допускаемых значений. Требуемые значения точностных показателей результатов из-

мерений, закладываемые в методику выполнения измерений, должны обеспечиваться при обследованиях правильным выполнением операций и применением технических средств, а также соблюдением условий обследований спортсменов.

#### 17.4. Паспортизация методик выполнения измерения

Одним из путей выполнения требований по обеспечению точности измерений при обследованиях спортсменов является разработка и применение методик выполнения измерения на каждый измерительный процесс (рис. 30).



Рис. 30. Схема метрологической аттестации методик выполнения измерений

Метрологический паспорт выполняется как приложение к типовой программе комплексного обследования спортсменов и состоит из титульного листа и четырех разделов.

На титульном листе помещаются следующие данные: назначение методики, место выполнения, руководители и исполнители, а также сведения о том, кто составил и ведет паспорт, дата согласования и утверждения паспорта руководством.

Паспорт содержит следующие разделы:

1. Задания на измерения (измеряемый параметр и краткая характеристика условий измерения, цель и обоснование измерений, размерность, скорость изменения параметров, пределы измерения, допустимая условиями измерений погрешность, характер регистрации результатов измерений, дополнительные требования к измерениям).

2. Выбор методов и средств измерений. Оценка ожидаемых погрешностей измерений (метод измерений, наименование средств измерений, градуировка и пределы измерения, динамическая характеристика средств измерения, класс точности, оценка ожидаемых систематических погрешностей измерения, оценка ожидаемых динамических погрешностей измерения, оценка ожидаемых случайных погрешностей измерения).

3. Обеспечение измерений (предполагаемая дата проведения измерений, необходимое количество средств измерений, наличие средств измерений, дата их поверки, сведения о недостающих средствах измерения, сотрудник лаборатории, ответственный за проведение измерений).

4. Краткие данные по результатам измерений (что измерялось и размерность, когда измерялось и количество измерений, величины поправки, инструментальная погрешность измерительного комплекса, средняя квадратическая погрешность, доверительный интервал, суммарная величина погрешности измерения, основные результаты измерения с учетом поправок, характер и величина взаимосвязи между результатами измерения и исследуемыми факторами).

*Паспортизация* измерительных процессов и создание комплекса нормативной документации обеспечения позволяют значительно сократить время, затрачиваемое на планирование, подготовку и проведение массовых комплексных обследований спортсменов.

## **17.5. Обеспечение единства результатов обследований**

*Обеспечение единства результатов обследований спортсменов* — это комплекс научно-технических и организационных мероприятий, методов и средств, направленных на достиже-

ние требуемых точности, воспроизводимости и достоверности результатов обследований.

*Единство результатов обследований* — это состояние совокупности результатов повторных обследований спортсменов одинаковой квалификации и спортивной дисциплины, полученных по одной методике, при которой они известны с определенной точностью и (или) достоверностью и достаточно близки друг к другу, т.е. воспроизводимы. Кроме того, предполагается, что результаты повторных обследований сопоставимы, т.е. имеют одну размерность и единую форму представления; такие результаты можно сравнивать друг с другом.

Единство результатов обследований спортсменов достигается выполнением следующего комплекса мероприятий и работ:

- установление допустимых отклонений параметров и показателей специальной подготовленности обследуемого спортсмена;
- нормирование точностных характеристик средств измерений и результатов обследований;
- выбор методов и разработкой методик обследований, содержащих строгую регламентацию операций проведения измерений, решающие правила и контрольные нормативы, математическую обработку данных и результатов обследований;
- аттестация методов (методик) обследований, предусматривающих перерасчет результатов обследований с учетом нормальных или базовых (модельных) условий;
- аттестация подразделений и КНГ, осуществляющих массовые комплексные обследования спортсменов;
- осуществление ведомственного контроля за внедрением унифицированных методик в практику обследований спортсменов.

Обследования спортсменов должны проводиться по типовым программам и методикам контроля на метрологически аттестованном оборудовании и с применением поверенных средств измерений в аттестованных лабораториях и подразделениях КНГ.

РАЗДЕЛ VII

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА  
ЭСТЕТИЧНОСТИ  
ИСПОЛНИТЕЛЬСКОГО МАСТЕРСТВА  
В ТЕХНИКО-ЭСТЕТИЧЕСКИХ  
ВИДАХ СПОРТА**

ГЛАВА 18

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ  
СПОРТИВНОЙ ЭСТЕТИКИ**

**18.1. Эстетические показатели спортивно-технического мастерства**

Эстетическое начало присуще всем видам спорта как проявление совершенства физической природы человека, однако в таких видах спорта, как фигурное катание на коньках, спортивная и художественная гимнастика, прыжки в воду и акробатика, прыжки на батуте, и в более молодых, таких, как фигурное катание на водных лыжах, синхронное плавание, фристайл, мера эстетичности максимальна уже в силу определенной направленности правил (табл. 28).

В этих видах оценка совершенства исполнения упражнений не ставится в зависимость от объективно измеряемых физических величин — метров, секунд, килограммов, а производится субъективно — судьями-арбитрами, оценивающими спортивные выступления визуально, не опираясь на показания измерительных приборов.

Повышение трудностей произвольных композиций в технико-эстетических видах спорта все чаще ставит судей-оценщиков в затруднительное положение. Все большее число спорт-

Таблица 28. Эстетические требования, регламентированные правилами состязаний в видах спорта со сложной координацией движений

№ п/п	Требования	Виды спорта					
		с/г	ф/к	х/г	акр.	п/в	бат.
1	Легко	+	+	+	+		
2	Выразительно	+	+	+	+		
3	В соответствии с музыкой	+	+	+	+		
4	С хорошей осанкой	+	+	+			+
5	Четко	+	+	+			+
6	Уверенно	+	+	+			
7	С большой амплитудой движения	+		+			+
8	Грациозно	+	+				
9	Безукоризненно	+	+				
10	Свысоким полетом (в прыжках)		+			+	
11	Виртуозно		+				
12	Чисто	+					
13	На большой скорости		+				+
14	Ритмично		+				+
15	Точно		+				
16	Плавно		+				
17	В соответствии с индивидуальными особенностями		+				
18	Слаженно, синхронно		+				+
19	Мягко		+				
20	Артистично		+				
21	Свысокой степенью владения телом			+			
22	Элегантно			+			
23	Непринужденно					+	
24	Естественно					+	
25	Изящно					+	
26	Свободно					+	+

Примечание: с/г – спортивная гимнастика; ф/к – фигурное катание; х/г – художественная гимнастика; акр. – акробатика; п/в – прыжки в воду; бат. – батут.

сменов включают в свою произвольную программу максимум элементов высшей трудности и выполняют их технически совершенно. При такой ситуации лишь эстетическая сторона может служить тем трудноуловимым моментом, который дает возможность качественного различения выступления спортсменов. Однако проблема оценки качества и исполнительского мастерства в технико-эстетических видах спорта недостаточно решена и освещена в научных исследованиях. В то же время в последние годы интенсивно развивается новое направление исследований, связанное с количественным описанием качества предметов или процессов, которое получило название «квалиметрия». Использование квалиметрических положений в оценке эстетичности исполнительского мастерства спортсменов позволяет по-новому осветить некоторые старые проблемы, выявить возникшие на стыках этих наук новые аспекты исследований.

Под *исполнительским мастерством* в технико-эстетических видах спорта понимается высокий уровень умений и достижений искусного выполнения соревновательных упражнений (композиций, комбинаций).

*Принципом исполнительского мастерства* является единство функции и формы, а *эстетическим критерием* — общественная и биологическая целесообразность.

По существу *исполнительское мастерство* — умение показать физические, спортивно-технические возможности спортсмена и передать их в художественном оформлении при выполнении композиции в целом.

В понятие исполнительского мастерства входит спортивная подготовка на уровне кандидата в мастера, мастера спорта и мастера спорта международного класса. Таким образом, исполнительское мастерство, согласно имеющимся в спортивной классификации указанным градациям, имеет три уровня. Кроме того, в спортивной практике сформировалось устойчивое понятие — *высшее исполнительское мастерство*. К нему относят спортсменов наиболее высокого класса — чемпионов и призеров страны, Европы, мира, олимпийских игр.

Совершенствование исполнительского мастерства в практике спортивной тренировки осуществляется по двум направлениям. Во-первых, совершенствуется качество исполнения соревновательных упражнений в рамках ранее освоенных технических элементов без принципиального изменения композиционного и эстетического содержания. Во-вторых, создаются новые оригинальные элементы, соединения и каскады, основанные на использовании новых композиционных и биомеханических идей, на применении педагогических приемов обучения (тренажеры и т.п.).

Эстетический аспект обязывает изучать исполнительское мастерство с точки зрения модели эстетического отношения человека к действительности.

В ее основе лежит теоретическая концепция о ценностной природе эстетического в двигательных проявлениях спортсменов. Модель включает в себя четыре взаимно дополняющих друг друга компонента: структуру изучаемого явления, его ценность или соответствие назначению, красоту внешней формы, художественную выразительность, раскрывающую эстетически значимое содержание.

Определенные *требования к эстетическим показателям* соревновательных упражнений отражены в правилах соревнований многих видов спорта. Если соединить эти требования (см. табл. 28), то обнаружится различие подходов к их выбору. Для большей наглядности все сопоставимые показатели можно разделить на две группы: основные (общие для видов спорта со сложной координацией движений) и особо выделяемые. К *основным* относятся как спортивно-технические, так и показатели стиля исполнения. Причем различия в требованиях основных показателей сводятся, как правило, к их различным группировкам. Например, в перечне требований правил соревнований по спортивной гимнастике все показатели основной группы выступают в нерасчленном виде, а такой показатель, как виртуозность исполнения упражнений, попадает в группу особых признаков. В требованиях правил фигуристов, напротив, группа основных разделяется на ряд составляющих, заполняя почти все строки таблицы.

Во всех случаях так и остается неясным, почему выделялось разное число требований: 3 в акробатике, 10 в спортивной и художественной гимнастике, 17 в фигурном катании.

По-видимому, ни один из представленных, в общем-то достаточно содержательных перечней, не может быть признан оптимальным без детального анализа его обоснований.

Из сказанного следует, что эстетические показатели спортивно-технического мастерства в группе видов спорта со сложной координацией движений, во-первых, должны быть выведены на основе анализа; во-вторых, простые перечни требований даже при сведении в отдельные группы не могут составить целостной системы, если не будет установлена их четкая внутренняя связь.

Все формулировки понятий эстетических показателей спортивно-технического мастерства могут быть объединены в четыре совокупности, связанные с проявлением таких сторон исполнения упражнений, как:

- состав элементов соединений;
- соподчиненность элементов и их целостность;
- динамичность исполнения;
- художественное оформление композиции.

Таблица 29. Эстетические показатели спортивно-технического мастерства

Подгруппа показателей	Единичные показатели
Состав элементов соединений (каскадов)	<p>Сложность — отражает степень объективных и субъективных (трудность) требований к психо-моторным возможностям спортсмена.</p> <p>Оригинальность — характеризует демонстрацию спортсменом новых форм движений.</p> <p>Ценность — представляет собой произведение показателей трудности и оригинальности</p>
Соподчиненность элементов в целостности	<p>Внутренняя логичность структуры фрагментов, частей и композиции в целом.</p> <p>Равномерность распределения трудности элементов по всей композиции.</p> <p>Рассредоточение в композиции главных, кульминационных («ударных»), элементов.</p> <p>Формы соединения элементов (отсутствие трафаретных и тривиальных связей, стандартных соединений и композиционных стереотипов)</p>
Динамичность исполнения композиций	<p>Уплотнение соединений (каскадов), сведение к минимуму числа «разгоночных» движений.</p> <p>Формирование композиции соединений из нескольких элементов и каскадов.</p> <p>Стремительное соотношение смены темпов выполнения элементов (каскадов).</p> <p>Организация ритмической структуры композиции (с учетом длительности отдельных фрагментов, нарастания или замедления темпа в соединениях).</p> <p>Использование подскоков в качестве композиционных элементов</p>
Художественное оформление композиций	<p>Экспрессия движений — умение сочетать движения с музыкой и достигать эмоционального воздействия на зрителей и судей.</p> <p>Соответствие композиции современной моде и стилю исполнения.</p> <p>Артистизм — выполнение движений с «подтекстом» (внесение в них смысловых оттенков мимикой, жестами, элементами пантомимы).</p> <p>Применение художественных приемов (повторы, «игра мотивов», контраст и нюанс, элементы неожиданности)</p>

В табл. 29 для каждой из перечисленных выше характеристик подгрупп эстетических показателей дается перечень единичных эстетических показателей.

Оценка эстетических показателей проводится в два этапа:

1) сравнительный анализ групповых и единичных показателей;

2) их оценка.

*За критерий эстетической оценки* принимается ранжированный ряд спортсменов одинакового класса, составляемый на основе действующих требований ЕВСК и условных модельных (идеальных) характеристик, утвержденных спортивными федерациями и (или) отобранных специалистами.

Процесс оценки эстетических показателей включает выбор модельных характеристик, проведение сравнительного анализа оцениваемого спортсмена и определение численных значений эстетических показателей в баллах с использованием экспертных методов.

Можно отметить еще два принципа, которые могут служить исходными при анализе эстетических показателей спортивно-технического мастерства в группе видов спорта со сложной координацией движений.

1. Предполагается, что исполняемые упражнения (композиция), достаточно полно и всесторонне отвечающие комплексу предъявляемых к ним требований, регламентированных правилами соревнований, т.е. такие упражнения, все характеристики которых (кроме собственно эстетических) уже получили высокую оценку, имеют объективные предпосылки быть полноценными и в эстетическом плане. Напротив, технически несовершенные, с недостаточной безукоризненностью выполненные упражнения оказываются в конечном счете и эстетически неполноценными.

2. Эстетическая ценность исполняемых упражнений должна рассматриваться с двух сторон: с формально-эстетической и с содержательно-эстетической. Это означает, во-первых, что внешним носителем эстетических свойств является гармонизированная форма, которая уже сама по себе может заключать известное эстетическое содержание: организацию ритмической структуры, артистизм, экспрессию и пластику движений и т.д. Во-вторых, необходимо учитывать, что подобное выражение упражнений может оказаться «показным блеском» (вычурностью), а само исполнение упражнений (композиции), следовательно, эстетически ложным в своей основе. Лишь при соответствии гармонизированной структуры групповых и единичных показателей, соответствующих целевому назначению композиции, специфической для каждой дисциплины группы сложнокоординационных видов спорта, можно говорить о подлинной красоте, спортивно-техническом совершенстве.

## 18.2. Основные понятия, характеризующие качество исполнительского мастерства

Качество какого-либо предмета или явления характеризуется совокупностью его отдельных свойств, через которые раскрываются смысл и содержание этого качества. Для оценки уровня проявления любого качества необходимо прежде всего установление перечня и количества элементов, составляющих данный предмет или явление.

С позиций квалиметрии исполнительское мастерство в спорте также может быть представлено как некоторая иерархическая упорядоченная совокупность его свойств, которая рассматривается в одновременной целостности и дифференцированности, что позволяет выявить внутренние специфические отношения между ее элементами. При этом, как следует из принципа квалиметрии, качество элементов каждого предыдущего иерархического уровня является основой для формирования элементов последующего уровня.

Выявлено 34 наименования качественных характеристик, определяющих уровень исполнительского мастерства в технико-эстетических видах спорта (табл. 30, 31).

Рассмотрим содержание этих понятий с учетом мнений специалистов, отраженных в научно-методической литературе.

*Красота* — одна из важнейших категорий эстетики, которая служит для определения и оценки отдельных свойств предметов и явлений действительности: совершенства, гармоничности, выразительности, завершенности. Красота является одной из сторон прекрасного и характеризуется многообразными признаками: соразмерностью, пропорциональностью, гармонией, яркостью, целесообразностью, целостностью и т.п. Основными разновидностями красоты считаются изящность и грация.

В технико-эстетических видах спорта красота исполнения движений определяется их внешними характеристиками: положением тела в пространстве, скоростью перемещений, амплитудой и специфическими свойствами — легкостью, выразительностью, пластической четкостью, геометрической точностью, согласованностью, ритмичностью движений. В состав этого понятия различные авторы включают характеристики как содержания упражнения (оригинальность, удачную последовательность движений и т.п.), так и его исполнения (чистоту линий, гармоничность сочетания движений и музыки).

Очевидно, что красота как свойство исполнительского мастерства представляет собой комплексную характеристику и состоит из многих компонентов.

1. *Зрелищность*, определяемая созданием зрительного впечатления.

Таблица 30. Частотность использования отдельных понятий  
для характеристики исполнительского мастерства  
в технико-эстетических видах спорта

1	Техничность	57	18	Динамичность	11
2	Выразительность	54	19	Хореографичность	11
3	Легкость	39	20	Ритмичность	11
4	Точность	26	21	Амплитудность	11
5	Красота	25	22	Культура движений	10
6	Артистичность	23	23	Эффективность	10
7	Пластичность	21	24	Школа	10
8	Виртуозность	20	25	Гармоничность	6
9	Мягкость	20	26	Плавность	6
10	Элегантность	19	27	Законченность	5
11	Четкость	17	28	Слитность	5
12	Зрелищность	16	29	Целостность	5
13	Темп	16	30	Свобода	4
14	Грაციозность	14	31	Согласованность	4
15	Изящество	14	32	Художественность	3
16	Чистота	12	33	Рациональность	3
17	Музыкальность	11	34	Яркость	2

В технико-эстетических видах спорта зрелищность упражнения определяется его оригинальностью, широтой движений, сменой темпа, характера движений, эмоциональных нюансов, согласованностью работы и высоким индивидуальным мастерством.

Зрелищность спортивного выступления формируется в процессе двигательной деятельности спортсмена и актуализируется в ситуациях, предполагающих наличие источника эстетической информации (т.е. спортсмена) и воспринимающего субъекта (судей, зрителей).

Значительный зрелищный эффект создают увеличение амплитуды движений, замена статических элементов скоростно-силовыми, включение в упражнение большого количества прыжков.

Зрелищность во многом зависит от соблюдения требований к основным закономерностям построения композиций, т.е. от содержания упражнения. Однако исполнение композиции, со-

Таблица 31. Группировка качественных характеристик исполнительского мастерства в технико-эстетических видах спорта

Признаки группировки		
Обобщенные	Групповые	Единичные
1. Красота	1. Техничность	1. Динамичность
2. Эффективность	2. Выразительность	2. Легкость
3. Зрелищность	3. Музыкальность	3. Ритмичность
4. Гармоничность	4. Хореографичность	4. Амплитудность
5. Художественность	5. Артистичность	5. Точность
6. Яркость	6. Культура движений	6. Пластичность
	7. Virtuозность	7. Мягкость
	8. Школа	8. Элегантность
		9. Четкость
		10. Темп
		11. Грაციозность
		12. Изящество
		13. Плавность
		14. Законченность
		15. Слитность
		16. Целостность
		17. Свобода
		18. Чистота
		19. Согласованность
		20. Рациональность

ставленной на высоком качественном уровне, может быть недостаточно технически совершенным, что мешает созданию зрелищности.

2. **Эффектность**, производящая значительное впечатление, эффект.

Представляется, что по своему смыслу это понятие близко к понятию зрелищности. Однако если зрелищность является характеристикой всего упражнения, то эффектность чаще всего характеризует отдельные моменты выступлений.

3. *Гармоничность*, характеризующаяся стройным сочетанием, согласованностью, слаженностью, взаимным соответствием разных качеств, предметов, явлений, частей целого.

Гармония входит в состав наиболее общих эстетических категорий, является одним из существенных признаков прекрасного и имеет объективные основы. В искусстве под гармонией понимают органическую взаимосвязь всех компонентов художественного произведения.

В спорте под гармонией движений понимают особенности двигательного акта, обусловленные наилучшим соотношением, установленным между его составными элементами, и характеризующиеся эстетическим эффектом. Гармония исполнительского мастерства связана с уровнем техничности спортсмена и индивидуальными особенностями его личности. Она определяет красоту, художественность исполнения упражнений и является связующим звеном всех компонентов красоты движений.

4. *Естественность*, которая определяется через такие характеристики, как легкость, непринужденность, отсутствие натянутости, непосредственность, простота.

В искусстве хореографии естественными считаются движения, совершающиеся по законам естественной природы человека. Чтобы выполнять движения естественно, необходимо всегда оставаться самим собой, не допускать чрезмерных эмоционально-пластических акцентов, напыщенности (вычурности).

В физической культуре естественными называют движения, произвольно реализуемые человеком в повседневной жизни, — ходьбу, бег и т. п., которые являются основой, фундаментом для развития более сложных двигательных функций.

Естественность исполнения упражнения в художественной гимнастике определяется проявлением истинных черт спортсменки, ее индивидуальности, раскрепощенностью в движениях. Отсутствие излишнего напряжения в движениях характеризует естественность исполнения в спортивной гимнастике.

Естественность как качество исполнительского мастерства в гимнастике связана с выполнением достаточно сложных двигательных действий без видимых усилий, на высоком уровне техничности, естественности в проявлении индивидуальных особенностей и выражении эмоций движениями.

5. *Художественность*. Художественным является то, что очень искусно, красиво, изящно, выполнено в соответствии с требованиями искусства, артистически, эстетически.

В искусстве художественность в узком смысле слова определяет степень эмоционально-эстетического воздействия произведения на людей и представляет собой совокупность доведенных автором до совершенства качеств, присущих данному произведению. Истинно художественное произведение характеризуется глубиной, оригинальностью замысла и совершен-

ством формы его выражения, четкостью построения. Художественность в конечном счете определяет такие качественные характеристики произведения искусства, как красота, гармония, выразительность, целостность, точность, законченность.

В спорте под художественными движениями понимается система физических упражнений, преимущественно танцевального характера, отличающихся ритмичностью, пластичностью, выразительностью, особой утонченностью движений, органической связью с музыкой.

**6. Яркость.** Яркий — выделяющийся среди других по силе, воздействию и т.п., выдающийся в каком-либо отношении, производящий сильное впечатление своей убедительностью, выразительностью и т.п.

По своему содержанию данное понятие приближается к таким рассмотренным выше характеристикам исполнительского мастерства, как зрелищность и эффектность. В связи с этим яркость рассматривается как адекватное им.

**7. Техничность.** Как известно, техническое совершенство движений является основным компонентом исполнительского мастерства в гимнастике.

Техника упражнений в гимнастике определяется как вариант решения двигательной задачи, выбранный исполнителем произвольно или вынужденно, как способ реализации механизма движения, как определенная рациональная структура, последовательность и подчиненность отдельных признаков движений.

Под техничностью как качеством исполнительского мастерства понимается система действий спортсмена, соответствующая современным представлениям об образцовой технике исполнения, обеспечивающая максимальную эффективность его движений, уровень владения совокупностью необходимых двигательных навыков.

В силу особых требований, предъявляемых к форме движений, в гимнастике качество техники во многом зависит от уровня хореографической подготовленности, культуры движений, рациональности, точности и чистоты.

В качестве критерия технической подготовленности гимнастов может выступать умение легко и красиво двигаться, поскольку отсутствие эстетичности в реализованной технике упражнения обычно свидетельствует о наличии двигательных ошибок.

**8. Выразительность.** В общепринятом смысле под выразительностью понимают способность выражать мысль, чувство, настроение. Иногда выразительность движения определяется как выполнение упражнения с эмоциональным отражением замысла и особенностей движений.

Понимание сущности выразительности требует выявления ее структуры, природы образующих ее элементов, раскрытия

связей между этими элементами. Выделяют следующие компоненты выразительности исполнения в художественной гимнастике: соответствие движений характеру музыки, логическую правдивость поз, эмоциональную насыщенность упражнения. Основными предпосылками обеспечения эмоциональной выразительности в технико-эстетических видах спорта являются музыкальное сопровождение и его субъективное эмоциональное переживание исполнителем. Последнее связано с двигательной интерпретацией музыки, нюансами движений (торжественно, энергично, плавно, жизнерадостно и т. п.), достигаемыми соответствующей регуляцией движений и дозировкой усилий.

Проявление выразительности движений возможно на основе правильного подбора музыки, соответствующей движениям, техническим возможностям и индивидуальности гимнасток. Выразительность должна гармонично сочетаться с действиями, решающими спортивно-техническую часть двигательной задачи. Более того, выразительность движений невозможна без высокого уровня техники и культуры движений, а в соответствии с характером аккомпанемента усложняет двигательную задачу спортсмена. Однако технически грамотное выполнение не всегда бывает выразительным.

Таким образом, выразительность исполнения достигается отражением в движениях эмоциональных особенностей и характера музыкального аккомпанемента, что совпадает с мнениями большинства специалистов по технико-эстетическим видам спорта.

9. *Музыкальность* как качество исполнения упражнения в технико-эстетических видах спорта, связанная с проявлением определенных способностей спортсменов в этой области.

Как известно, музыкальный человек — это способный к музыке, тонко понимающий ее. Основным признаком музыкальности является переживание музыки как выражение ее содержания.

Определяя музыкальность в художественной гимнастике, специалисты выделяют ее основные компоненты: соответствие движений характеру музыки, соблюдение темпа, заданного композитором, и ритма произведения.

Важнейшими ориентирами для изменения характера движений служат основные средства музыкальной выразительности (мелодия, гармония, полифония, композиция) и нюансы музыкальных произведений (его динамические оттенки, ритмический рисунок, темп).

10. *Хореографичность*, представляющая собой характеристику исполнительского мастерства, связанную с соответствием движений рук, ног, туловища и осанки принятым внешним нормам.

Как известно, в основе вольных упражнений гимнастики лежат движения, базирующиеся на системе классического танца, которая складывалась в течение многих лет путем отбора определенных положений и движений, обладающих законченностью, выразительностью и представляющих эстетическую ценность. Эти движения связаны с разработкой основных позиций ног, рук, корпуса, головы и должны соответствовать вполне определенным требованиям: сохранению вертикального положения туловища, умению «держаться спиной», опустить плечи, сомкнуть лопатки, подобрать живот, сохранять выворотность в положениях ног.

Высокий уровень развития этого качества позволяет демонстрировать в упражнении культуру движений в соответствии с канонами классического, народного и характерного танцев и достигается в процессе хореографической подготовки. Последняя в гимнастике представляет собой систему упражнений и методов воздействия, направленных на воспитание двигательной культуры гимнасток, на расширение арсенала их выразительных средств. Занятия хореографией формируют правильную постановку частей тела, учат выразительно работать ими, помогают развить двигательные способности, пластичность, музыкальность, ритmicность и многие другие качества.

11. *Артистичность*. В общепринятом понимании артистичный — это отличающийся искусством исполнения, художественным вкусом.

В искусстве под артистичностью подразумевают способность непосредственно воздействовать и заражать своим искусством других людей. Основными ее компонентами считаются внешняя выразительность (тело и голос), заразительность эмоций, чувство такта, «художественное чутье».

Специфика проявления артистичности в технико-эстетических видах спорта имеет свои особенности. Например, в художественной гимнастике артистизм понимается как совершенство, законченность, выразительность, изящество, самобытность выполнения движений и упражнения в целом.

В соответствии с правилами соревнований по художественной гимнастике ошибками в проявлении артистичности являются: недостаток легкости, уверенности, элегантности, неловкие, угловатые движения, незаконченное, натянутое исполнение, оставляющее плохое впечатление.

12. *Культура движений*. Данное понятие является специфическим для технико-эстетических видов спорта. Ряд авторов понимают культуру движения в широком смысле слова. Компонентами этого понятия они считают технику и школу исполнения упражнений, манеру держаться, осанку, музыкальность, выразительность, точность, умение в

нужный момент изменять направление, амплитуду, скорость, темп, ритм движений, динамичность, элегантность, пластичность, легкость.

Другие считают культуру движений более узким понятием, определяющимся правильной осанкой, точностью в положениях рук, головы, туловища, оттянутыми носками и выпрямленными коленями.

В определении данной характеристики интересно мнение В. Б. Коренберга, который отмечает, что культура движений — комплексная характеристика исполнительского мастерства, отражающаяся на оценке внешнего рисунка движений и взаимосвязанная с техническим мастерством. По его мнению, культура движений включает в себя характеристики отдельных деталей, целесообразности движений, эстетической стороны выступления, осанку, «чистоту», выразительность и достигается выполнением таких деталей, которые лишь украшают упражнение, не определяя его технического совершенства. Эти детали автор называет фоновыми двигательными действиями, которые по сравнению с техническими действиями существенно не влияют на энергетику выполнения упражнений, на управление движениями и на работоспособность спортсменов. Они значимы только с точки зрения эстетики и включают особенности позы, ориентации тела в пространстве, телодвижений, передвижений, тонизации мышц, ритма.

**13. Virtuозность.** Обычно виртуозом называют исполнителя, мастерски владеющего техникой своего искусства, или человека, достигшего в работе высшей степени мастерства.

В технико-эстетических видах спорта в понятие виртуозности исполнения различные авторы включают разные компоненты. Так, в спортивной гимнастике это совершенная техника, большая амплитуда, легкость, изящество, элегантность исполнения, выразительность, динамичность, эмоциональность, артистизм.

В художественной гимнастике виртуозность определяется прежде всего техникой владения предметом.

В соответствии с современными требованиями спортивной гимнастики исполнение не является виртуозным, если при совершенной технике гимнаст не сохраняет хорошую осанку, выступает без легкости и изящества. В этом случае оценка выводится из 9,8 балла и только при виртуозном исполнении может быть увеличена на 0,1—0,2 балла.

Часто под виртуозностью понимают особенно техничное исполнение какого-либо элемента с проявлением некоторых характеристик движения в «превосходной степени». В широком смысле слова виртуозность — это высшая ступень мастерства гимнаста, проявляемая при исполнении не отдельных элементов, а комбинаций в целом.

14. *Школа*. В общепринятом понимании «школа» — это система определенных правил, способов, приемов изучения чего-либо, освоения чего-либо, воспитание, обучение в духе каких-либо правил, принципов.

С учетом специфики спорта «школа» рассматривается как система организации и руководства процессом двигательного воспитания, сложившаяся система обучения и тренировки для овладения техникой избранного вида.

По определению Д.Д.Донского, «школа» является фундаментом техники и представляет собой выявленные основы стандарта, т.е. общих требований, которые могут и должны быть заложены с детства.

В гимнастике понятие «школы» включает в себя воспитание начальных навыков, необходимых для дальнейшего процесса освоения технически усложняющихся движений. Такими начальными, базовыми, навыками являются сохранение в движениях правильной осанки, правильные положения рук и головы, умение держать ноги натянутыми и выворотность стоп, когда это необходимо, умение выполнять движения под музыку.

Применительно к вольным упражнениям спортивной гимнастики, акробатики и упражнениям художественной гимнастики «школа» во многом определяется соответствием формы движений требованиям хореографии.

15. *Динамичность*. Одна из важных характеристик исполнительского мастерства в технико-эстетических видах спорта — показатель динамичности.

В спорте динамика движения рассматривается как сложная характеристика двигательного акта, которая является результатом соотношения внутренних и внешних сил, обуславливающих его выполнение, и конкретно выражается отдельными характеристиками движений — темпом, ритмом, амплитудой.

Применительно к технико-эстетическим видам спорта динамичность как характеристика исполнительского мастерства представляет собой уплотнение соединений и каскадов, ритмическую структуру экспрессии.

В спортивной гимнастике более динамичным считается упражнение, в котором при заданном времени выполняется большее количество элементов, т.е. выше темп исполнения движения. Идеальной с точки зрения динамичности будет такая комбинация, в которой отсутствуют остановки. Другими словами, гимнаст постоянно перемещается по площадке.

16. *Легкость*. Легкий — плавный, как бы скользящий, парящий, быстрый, подвижный, скорый. Двигаться легко — значит с малым усилием, без физического напряжения.

В хореографии легкость развивается на основе гибкости, устойчивости, точности движений, музыкальности. Она выра-

жается в приподнято-стройной пластике, особенно в позах, прыжках, вращениях.

17. **Ритмичность.** Ритм означает чередование каких-либо элементов, происходящее с определенной последовательностью, частотой; скорость протекания, совершения чего-либо.

В спорте ритм характеризует организацию движений во времени, закономерное чередование отдельных элементов (длительность, паузы, акцентирование, чередование).

Ритм движения — это временная характеристика двигательного акта, состоящая из периодического подчеркивания по определенным правилам некоторых его составных элементов. Ритмические движения обладают внутренней рациональной структурой, которая находит свое выражение в различных формах организации, повторения и выделения специфического движения.

В технико-эстетических видах спорта ритмичность движений тесно связана с ритмом музыкального аккомпанемента, зависит от наличия у спортсмена музыкально-ритмического чувства, заключающегося в соответствии двигательных реакций человека временному ходу музыкального движения. Высокий уровень его развития позволяет выполнять движения в неразрывной связи с музыкой, так как ритм — компонент музыки, наиболее полно отражающийся в движении.

Вместе с тем следует отметить, что полное соответствие движений ритму музыки еще не определяет качества музыкальности в целом. Кроме того, движения не обязательно должны представлять собой ритмическую копию музыкального произведения.

18. **Амплитудность.** Максимальная амплитуда движений в гимнастике — один из основных признаков современной техники. В соответствии с требованиями правил соревнований при выведении оценки за исполнение судья должен производить сбавки за все отклонения от предельной амплитуды.

В широком смысле слова амплитудность означает наибольшее отклонение от нулевого значения величины, колеблющейся по определенному закону. В области спорта под амплитудой движений понимаются размах движений отдельных частей тела по отношению друг к другу и всего тела по отношению к снаряду; величина передвижения тела или его сегментов, выраженная в градусах или линейных единицах измерения. Амплитуда движений выражает пространственную характеристику, зависящую от задач двигательного акта, числа мышечных волокон и от подвижности суставов. Иногда наряду с амплитудой исполнения отдельных движений и элементов выделяют характеристику амплитудности целостного исполнения композиций. Этот показатель качества исполнительского мастерства связан с максимальным использованием пространства, в рам-

ках которого проходит выступление, и непрерывностью перемещений по площадке.

19. **Точность.** Точный — исполняемый в строгом, не приближительном соответствии с расчетом, безошибочный, правильно ориентированный, рассчитанный.

В спорте под точностью движений понимают качество двигательного акта, реализованное соблюдением заранее установленной системы характеристик. При этом точностные действия выполняются путем безошибочного приведения рабочей точки кинематической цепи к заданной точке другого тела, сопоставления движений во времени, тонкой дозировки усилий.

За нарушение точности движений в гимнастике производятся сбавки в соответствии с градацией ошибок: мелкой ошибкой считается отклонение частей тела от правильного положения до  $15^\circ$ , средней — от  $15$  до  $45^\circ$ , грубой — больше  $45^\circ$ . Эти ошибки вызываются нарушением дозирования усилий.

Общим критерием точности спортивных движений может служить вероятность попадания в требуемую (заданную) область.

20. **Пластичность.** Пластичный — значит плавный, изящный, способный принимать любую форму, сохраняя ее в дальнейшем. Пластика понимается как красота движения, характеризующаяся гибкостью, плавностью, выразительностью, гармоничностью движений и жестов.

В спорте пластичность движений характеризуется закономерной последовательностью сменяющихся положений тела, а также его отдельных частей при условии их гармонической слаженности, непрерывности, слитности. Угловатость, резкость, дисгармония движений исключены. Пластичность обуславливает красивую постановку и непринужденную грациозность движений.

Проявление пластичности движений в гимнастике возможно на основе умения снимать мышечные напряжения в нужный момент выполнения движения с широкой амплитудой.

21. **Мягкость.** Двигаться мягко — значит двигаться нежно, легко, тихо, едва слышно, плавно. Мягкость — одно из основных выразительных средств артистов балета, которое заключается в умении двигаться эластично, выворотню, гибко и ритмично.

Мягкость движений достигается путем выполнения следующих требований:

- двигаться с отставанием частей тела;
- выполнять движение с последовательным включением участвующих в нем звеньев — волной;
- добиваться целостного характера движений.

22. **Элегантность.** Элегантный — означает изящный, изысканный.

В гимнастике элегантность — это изящество, чувство изящного, сдержанность, внимание к выразительности линии,

мягкость, пластичность. Элегантный исполнитель — в меру изысканный, утонченный.

23. **Четкость.** Четкий — отчетливый, отличающийся строгой организацией, точностью выполнения.

24. **Темп.** Понятие темпа в спорте — устоявшееся и понимается специалистами однозначно. Как известно, темп — это степень быстроты движения, осуществления чего-либо; временная мера их повторности. Он измеряется количеством движений, повторяющихся в единицу времени.

Темп может служить показателем совершенства техники, поскольку является величиной, обратной длительности исполнения движений.

25. **Грациозность.** Грация — особый вид красоты, проявляющийся в легкости, пластичности движений и форм.

Грация — это то, что придает движениям естественность и непринужденность, служит выражением красоты движений человека. Фундаментом грации является умение выполнять движения с совершенством и легкостью. Имеются указания на зависимость грациозности исполнения движений в гимнастике от правильной постановки частей тела.

Очевидно, специалисты по технико-эстетическим видам спорта вкладывают в понятие грациозности общепринятый смысл и понимают ее как изящество, красоту в позах, движениях.

26. **Изящество.** Изящный — обладающий красивой, художественной соразмерностью частей, художественно тонкий, изысканный.

Изящное — одна из разновидностей красоты, проявляющаяся во внешнем облике предметов и явлений действительности и характеризующаяся особой завершенностью, соразмерностью, легкостью форм, ловкостью, грациозностью движений и несоместимая с вычурностью, показной красотой.

В спортивной гимнастике изящество исполнения определяется умением двигаться легко, выразительно, целесообразно и точно.

27. **Плавность.** Плавный — совершаемый легко и ровно, без резких и крутых изменений, отличающийся равномерными, ритмичными движениями.

28. **Законченность.** Законченными считаются предметы или явления, характеризующиеся цельностью, завершенностью.

Применительно к фигурному катанию можно отметить, что законченные движения не отрывисты в своих амплитудах и создают впечатление легкости их выполнения.

Законченное, целостное впечатление производят также упражнения, построенные логически оправданно, без разрыва между отдельными частями.

29. **Слитность** — как свойство и состояние слитного, нераздельность, единство чего-либо.

В хореографии слитность движений означает «связанные темпы». Этот принцип требует исполнять упражнения слаженно, слитно, согласовывать движения всех частей тела.

В гимнастике слитность — это непрерывность и единство в движениях частей тела и предмета или умение исполнять элементы в темпе. Слитность движениям придают специфические элементы: волны, взмахи, пружинистые движения и расслабления, выполняемые легко, пластично.

30. **Целостность**, представляющая собой внутреннее единство объекта.

Целостность — одна из основных особенностей движений в технико-эстетических видах спорта. Она заключается в том, что движения выполняются слитно и плавно, с одновременным или последовательным включением всех частей тела.

Целостность исполнения в художественной гимнастике достигается согласованностью движений рук с основными движениями туловища и предметов, придающей движениям мягкость, закругленность.

31. **Свобода**. Свободный — совершаемый, протекающий легко, без затруднений, без напряжений. Не связанный, не напряженный. Свободный в движениях — отличающийся легкими, плавными движениями.

Свобода движений в классическом танце понимается как выполнение движений без чрезмерных напряжений, энергично и уверенно.

32. **Чистота**. Чистый — тщательно, аккуратно и искусно выполненный, четкий, ясно очерченный, не расплывшийся.

В гимнастике чисто выполнить движение значит выполнить его без ошибок.

33. **Согласованность**. Согласованный — такой, в котором достигнуто взаимное согласие, соответствие, слаженный.

34. **Рациональность**. Рациональный — основанный на требованиях разума, логики; разумный, направленный к наиболее разумному использованию чего-либо, целесообразный.

В гимнастике рациональность — характеристика технических действий, которая определяется возможностью достичь на их основе высших спортивных результатов.

Одним из критериев рациональной техники в гимнастике может служить красота движений, которая является в этом виде спорта основой спортивного мастерства.

### 18.3. Спортивно-технические критерии исполнительского мастерства

Любое технико-эстетическое движение или композиция упражнений обладает множеством свойств, составляющих в це-

Таблица 32. Обобщенная номенклатура показателей спортивно-технического мастерства

Групповые показатели	Единичные показатели
ОСВОЕННОСТЬ ТЕХНИКИ	<p>Показатели объема (количества) освоенных двигательных навыков и умений (приемов, элементов, соединений, каскадов, действий) — арсенал техники.</p> <p>Показатели разносторонности двигательных действий (степень разнообразия освоенных навыков и умений, коэффициент предпочтений).</p> <p>Показатели рациональности техники (биомеханические, физиологические, психологические и эстетические)</p>
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНИКИ	<p>Показатели сравнительной (дискриминативной) эффективности (усредненная техника спортсменов высокой квалификации).</p> <p>Показатели реализационной эффективности (реализации двигательного потенциала, функциональной экономизации).</p> <p>Показатели стабильности техники (помехоустойчивости и автоматизированности)</p>

лом их качество. Однако в каждом случае оценки технических параметров исполнительского мастерства приобретают особую значимость, и наибольший интерес вызывают отдельные признаки, показатели в зависимости от специфики спорта (табл. 32).

Система объективных технических критериев исполнительского мастерства в технико-эстетических видах спорта предусматривает три основных уровня:

А. Критерии первого порядка — общие признаки, определяющие уровень технического мастерства в целом.

Б. Критерии второго порядка — отдельные дискриминативные признаки техники движения.

В. Критерии третьего порядка — частные, единичные признаки техники движения.

Первый уровень (критерии первого порядка) содержит наиболее общие критерии оценки качества спортивной техники в целом. В двигательных действиях, характеризующихся особой точностью движений в пространстве и времени, общие критерии техники могут определяться следующим:

1. Возможностью надежного и стабильного выполнения упражнений. Техника движений находится на таком уровне, когда спортсмен умеет самостоятельно выполнять эти движения

уверенно и надежно. Исключается возможность падений, срывов и травм при выполнении упражнений без посторонней помощи и страховки.

2. Возможностью выполнять двигательное действие в различных соединениях с другими действиями (комбинации действий). Спортсмен в зависимости от характера и особенностей соединения может управлять отдельными элементами своих действий (произвольно изменять скорость перемещения, амплитуду, направление, усилия, менять темп и ритм движений).

3. Возможностью усложнять основное движение (упражнение). Спортсмен умеет выполнять движение в различных по сложности и условиям вариантах.

4. Возможностью выполнять движение с разной степенью строгости соблюдения установленных к внешней форме норм, определяемых правилами соревнований, эстетическими требованиями, видом снаряда, тренером и самим спортсменом.

Спортсмен умеет произвольно регулировать качество исполнения — выполнять упражнение чисто, собранно или умышленно небрежно.

Спортсмен умеет произвольно акцентировать отдельные моменты своих действий, выполнять движение с разной эмоциональной окраской, выразительностью.

Второй уровень состоит из возможных (определяемых конкретно в каждом виде спорта или для отдельной группы спортивных движений) дискриминативных признаков, составляющих группу критериев второго порядка. Эти признаки, наиболее характерные для одного движения или однотипной группы движений, отражают самую существенную качественную сторону техники. По этим признакам можно судить о степени эффективности, совершенства техники с учетом квалификации спортсмена. В числе таких признаков могут быть, например, высота прыжка, время отталкивания, скорость вращения тела, определенный ритмический рисунок движения и др.

Третий уровень (критерии третьего порядка) охватывает те многочисленные признаки спортивной техники, которые в комплексе определяют качество отдельных компонентов всего движения, структурных единиц системы движения и фактически являются исходными для признаков второго уровня. Критерии третьего порядка — это отдельные кинематические и динамические характеристики движений (путь какого-либо звена; угол сгибания сустава; ускорение; скорость перемещения тела и его отдельных частей; сила отталкивания; время действия и многое другое). Одна из особенностей этих признаков — их многочисленность. В любом спортивном движении может быть выделено от нескольких десятков до нескольких сотен признаков третьего уровня. Но не все они оказывают одинаковое влияние на качество техники движения. Так, если

допустить возможность точного количественного измерения всех этих характеристик в абсолютных единицах, то мы еще не можем судить о значимости каждой из них. В фигурном катании, например при выполнении прыжков, на качество техники могут влиять высота прыжка, скорость вращения, чистота исполнения, положение тела в полете, точность и уверенность приземления и перехода. В отдельных случаях эти характеристики имеют разные значения, особенно у разных исполнителей. Поэтому возникает необходимость во введении еще двух параметров: соотношения значений каждого показателя и весомости каждого из них. С помощью этих дополнительных параметров становится возможным определение качественной разницы двух или нескольких упражнений при самых различных сочетаниях и комбинациях, предлагаемых практикой спорта. Только с учетом весомостей всех признаков или, во всяком случае, ведущих, основных комплексный показатель качества техники движения становится наиболее объективным общим критерием.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что понимается под исполнительским мастерством спортсмена?
2. Где отражаются требования к эстетическим показателям соревновательных упражнений?
3. Что необходимо для оценки уровня проявления любого качества?
4. Что понимают под красотой как категорией эстетики?
5. Что относится к групповым показателям спортивно-технического мастерства?

## **ГЛАВА 19**

### **МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИН ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПОЛНИТЕЛЬСКОГО МАСТЕРСТВА**

#### **19.1. Метод графической записи движений**

Применение точных методов к исследованию искусства исполнения композиций в технико-эстетических видах спорта зависит от наличия качественных критериев и их количественного выражения. Два этих момента представляют собой формализованное описание математической модели исследуемого явления из области гуманитарных наук.

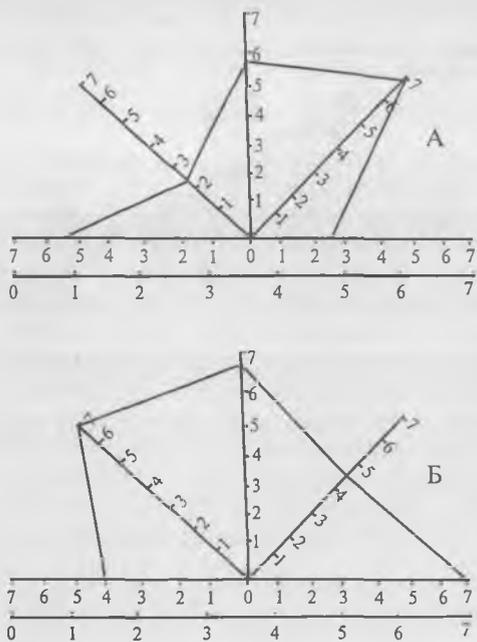


Рис. 31. «Паутиный» график заклона с захватом ноги (А — гибкость, равновесие и статичность) и акселя в 3,5 оборота (Б — сложность, динамичность, равновесие и сила); усредненные данные 32 экспертов

Каждая из этих линий-шкал, обозначающих отдельные качественные признаки движения (динамичность, гибкость, равновесие, силу, статичность, отдельную нулевую точку, сложность), имеет семибалльную шкалу, позволяющую выразить на графике относительную величину каждого из качеств (признаков) движения в количественных величинах и одновременно наглядно представить наиболее существенные качественные признаки с указанием их ранжированной размерности.

## 19.2. Метод семантического дифференциала

В последнее время для количественной оценки качественных явлений в различных дисциплинах технико-эстетических видов спорта все большее применение находит метод семантического дифференциала. Он широко применяется для описания целых стилистических направлений, выработки критериев эстетической оценки, выявления различий в восприятии

Основные требования к этим критериям следующие:

- соответствие оцениваемому явлению;
- однозначность оценок;
- наличие количественных характеристик;
- полнота оценки явления;
- гибкость и универсальность применения системы критериев.

Метод графической записи произвольных движений получил название WEB-graphis, или «паутиный график». Он используется учеными в различных областях знаний, в том числе в спорте, для оценки качественных характеристик движения.

В настоящее время WEB-графическая модель произвольных движений спортсменов представляет собой пять сходящихся к нулевой точке линий-шкал (рис. 31).

и переживании эстетических феноменов различными группами людей, регистрации эффективности педагогических воздействий на эстетические показатели и оценки и т.п.

Метод семантического дифференциала впервые был предложен американским ученым Ч. Осгудом с сотрудниками (1957) для измерения эмоциональных значений отдельных семантических единиц (слов) в психолингвистике. Сущность метода заключается в оценке коннотативных (эмоционально-оценочных) значений и свойств изучаемого явления путем соотнесения предметов или понятий с рядом признаков, обозначенных прилагательными, и количественном определении степени выраженности каждого из признаков в данном предмете или понятии. Это метод количественного и качественного индексирования значения с помощью двухполюсных шкал с семью делениями на каждой, задаваемых парой антонимичных (противоположных по смыслу) прилагательных. Содержание шкалы слева направо включает следующие категории: 1) очень; 2) вполне; 3) немного; 4) ни... ни...; 5) немного; 6) вполне; 7) очень. Деления нумеруются от +3 до -3, 0 посередине; или от 1 до 7, 4 посередине.

Составление шкал семантического дифференциала основывается на выборе группы свойств, адекватно характеризующих изучаемое явление.

### 19.3. Метод круговой шкалы

Совершенствование судейства в технико-эстетических видах спорта — сложная проблема, включающая многие важные вопросы:

- подготовку судей и по возможности согласование их мнений до начала соревнований;
- комплектование судейских бригад;
- контроль за работой судей;
- использование технических средств.

На соревнованиях судьи оценивают:

- а) содержание произвольных упражнений: сложность, оригинальность, композицию;

- б) исполнение упражнений: технику выполнения и эстетическое впечатление от исполнения (выразительности выполнения).

Решение этих задач представляется возможным с помощью разработанной круговой шкалы. Цель этого подхода заключается в графическом представлении на плоскости систематических или случайных расхождений оценок экспертов или судей, а также в статистическом оценивании этих расхождений.

Процедура построения круговой шкалы включает следующие этапы:

1) выбор набора показателей, которые необходимо оценить в изучаемом объекте;

2) проведение пробного (адекватного) эксперимента, когда вместо реальных объектов для оценки предъявляются их модели или фотографии;

3) преобразование матрицы частот правильных и неправильных ответов в матрицу вероятностных мер;

4) определение координат центра тяжести многоугольника, вершинами которого являются оценки вероятностных мер по каждому показателю;

5) статистическое оценивание значения модуля радиус-вектора, соединяющего начало координат с центром тяжести многоугольника;

6) численное и графическое представление расчетных параметров в абсолютной и относительной системах координат;

7) трансформация круговой шкалы в многомерную линейную.

Разработанная процедура была апробирована на экспериментальном материале по художественной гимнастике.

#### 19.4. Метод групповых экспертных оценок (ГЭО)

Анализ работ по квалиметрии показывает, что экспертный метод не сводится только к «мнению ученых-специалистов» и что на современном этапе развития педагогических наук «сферу действия экспертного метода» необходимо расширить.

Метод ГЭО применительно к спортивно-эстетическим исследованиям заключается в проведении специально отобранными экспертами интуитивно-логического анализа технико-эстетической проблемы с количественной оценкой своих суждений (оценка в баллах) и обработкой этих результатов методами математической статистики. При этом все операции (подбор экспертов, проведение экспертизы, обработка экспертных оценок) должны проводиться с учетом требований и рекомендаций государственных стандартов, касающихся проведения экспертных оценок в различных отраслях.

В основе метода ГЭО лежат следующие утверждения:

1. Экспертная оценка имеет вероятностный характер и основывается на способности эксперта давать информацию-оценку в условиях неопределенности (так называемого поля нечетных экспертных суждений — рис. 32), т.е. тогда, когда полнота или достоверность информации, необходимой для принятия решений, сравнительно невелика.

2. Считается, что когда оценку дает не один, а несколько экспертов, то истинное значение исследуемой характеристики

1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

		в полной мере	достаточно	скорее не знаю	скорее достаточно	в полной мере		
0	неприемлемо						очень плохо	1
1	очень плохо						плохо	2
2	плохо						почти плохо	3
3	почти плохо						недостаточно удовлетворительно	4
4	недостаточно удовлетворительно						удовлетворительно	5
5	удовлетворительно						волне удовлетворительно	6
6	вполне удовлетворительно						недостаточно хорошо	7
7	недостаточно хорошо						хорошо	8
8	хорошо						очень хорошо	9
9	очень хорошо						отлично	10

0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Рис. 32. Поле нечетных экспертных суждений

ки находится внутри диапазона оценок отдельных экспертов, т.е. обобщенное коллективное мнение более достоверно.

3. Отбор экспертов, процедура общения с ними и обработка полученных экспертных оценок проводится по определенному алгоритму.

В большинстве методик этапы получения коллективной экспертной оценки реализуются в такой последовательности:

**Шаг 1-й.** Организаторы экспертизы предоставляют каждому эксперту информацию по проблеме в виде сформулированной цели опроса и анкеты, включающей совокупность оцениваемых факторов или событий.

Шаг 2-й. Каждый эксперт независимо от других решает сформулированную задачу. Результаты решений собирают организаторы экспертизы.

Шаг 3-й. Организаторы опроса производят статистическую обработку анкет и формируют коллективное суждение экспертной группы, выявляют и обобщают аргументы, соответствующие различным суждениям.

Шаг 4-й. Полученная в результате обработки информация вместе с начальной информацией снова сообщается экспертам. Участникам опроса предлагают объяснить причины несогласия с коллективным суждением и пересмотреть первоначальную точку зрения.

Шаг 5-й. Повторение шага 2 (2-й тур экспертизы) с целью сужения диапазона оценок экспертов и т.д.

Процедура (цикл экспертизы) повторяется 3–4 раза, до установления определенной стабильности в суждениях каждого эксперта.

Данная методика позволяет оценивать спортивно-техническое мастерство гимнастов по качеству исполнения, составу элементов и композиционному содержанию.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что представляет собой WEB-графическая модель произвольных движений спортсменов?
2. Как может выглядеть двухполюсная шкала, используемая в методе семантического дифференциала?
3. Какие утверждения лежат в основе метода групповых экспертных оценок?

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Аванесов В.С.* Тесты в социологическом исследовании. — М., 1982.
- Ашмарин Б.А.* Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании. — М., 1978.
- Благуш П.* К теории тестирования двигательных способностей. — М., 1982.
- Годик М.А.* Спортивная метрология: Учебник для институтов физической культуры. — М., 1988.
- Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». — М., 1993.
- Закон Российской Федерации «О стандартизации». — М., 1993.
- Закс Л.* Статистическое оценивание. — М., 1976.
- Зацюрский В.М.* Основы спортивной метрологии. — М., 1979.
- Иванов В.В.* Комплексный контроль в подготовке спортсменов. — М., 1987.
- Исаев Л.К., Малинский В.Д.* Метрология и стандартизация в сертификации: Учеб. пособ. — М., 1996.
- Клименко А.* Практика тестирования. — М., 1991.
- Коренберг В.Б.* Учебный словарь-справочник по спортивной метрологии: Учеб. пособ. — М., 1996.
- Крылова Т.Д.* Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учеб. для вузов. — М., 1998.
- Майоров А.Н.* Тесты школьных достижений: конструирование, проведение, использование. — СПб., 1996.
- 2 *Смирнов Ю.И.* Комплексная оценка и контроль спортивной подготовленности: Учеб. пособ. — Малаховка, 1996.
- 2 *Уткин В.Л.* Измерения в спорте. — М., 1978.
- Шишкин И.Ф.* Теоретическая метрология: Учеб. для вузов. — М., 1991.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
-------------------	---

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

<b>Раздел I. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ .....</b>	<b>8</b>
<b>Глава 1. Содержание метрологии .....</b>	<b>8</b>
1.1. Предмет и задачи курса «Спортивная метрология» .....	8
1.2. Измеряемые величины .....	10
1.3. Параметры, измеряемые в физической культуре и спорте ...	14
1.4. Системы единиц физических величин .....	17
<b>Глава 2. Основы теории измерений .....</b>	<b>22</b>
2.1. Измерения. Виды измерений .....	22
2.2. Основной постулат метрологии .....	30
2.3. Факторы, влияющие на качество измерений .....	31
<b>Глава 3. Измерения в физической культуре и спорте .....</b>	<b>36</b>
3.1. Особенности измерений в спорте .....	36
3.2. Тестирование – косвенное измерение .....	37
3.3. Оценка – унифицированный измеритель спортивных результатов и тестов .....	50
3.4. Нормы – основы сравнения результатов .....	57
3.5. Измерение качества .....	60
<b>Раздел II. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....</b>	<b>67</b>
<b>Глава 4. Точность измерений .....</b>	<b>67</b>
4.1. Погрешности измерений .....	67
4.2. Единство измерений .....	73
<b>Глава 5. Средства измерений .....</b>	<b>76</b>
5.1. Эталоны, их классификация и виды .....	76
5.2. Меры, наборы мер .....	77
5.3. Измерительные преобразователи .....	79
5.4. Измерительные приборы, установки и системы .....	81
5.5. Передача и представление измерительной информации ...	83
<b>Глава 6. Государственная метрологическая служба России .....</b>	<b>85</b>
6.1. Метрологические характеристики средств измерений .....	85
6.2. Государственный метрологический контроль и надзор (ГМК и Н) .....	87
6.3. Поверка и калибровка средств измерений .....	91
<b>Глава 7. Обеспечение единства и достоверности измерений в физической культуре и спорте .....</b>	<b>96</b>
7.1. Организация и проведение поверки средств измерений ...	96
7.2. Образцовые стенды для поверки и метрологической аттестации технических средств измерений, используемых в физической культуре и спорте .....	109

## ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Раздел III. СОДЕРЖАНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ .....	118
Глава 8. Цели и задачи стандартизации .....	118
8.1. Значение стандартизации .....	118
8.2. Определение стандартизации .....	119
8.3. Цели стандартизации .....	120
8.4. Задачи стандартизации .....	121
Глава 9. Унификация, типизация и взаимозаменяемость .....	122
9.1. Унификация и типизация .....	122
9.2. Взаимозаменяемость .....	123
9.3. Функции стандартизации .....	124
9.4. Разновидности стандартизации .....	124
Глава 10. Категории и виды стандартов .....	125
10.1. Определение стандарта .....	125
10.2. Виды стандартов .....	126
10.3. Государственные стандарты .....	127
10.4. Отраслевые стандарты .....	129
10.5. Стандарты предприятий и общественных объединений .....	129
Раздел IV. ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ ..	131
Глава 11. Органы и службы стандартизации .....	131
11.1. Госстандарт и его задачи .....	131
11.2. Технические комитеты .....	133
Глава 12. Порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов ....	135
12.1. Техническое задание на разработку стандарта .....	135
12.2. Разработка проекта стандарта .....	136
12.3. Принятие и внедрение стандарта .....	137
12.4. Государственный надзор за стандартами .....	138
Глава 13. Информационное обеспечение работ по стандартизации .....	142
13.1. Международная информационная система .....	142
13.2. Информационное обеспечение в России .....	143
13.3. Общероссийские классификаторы .....	149
13.4. Совершенствование государственной системы стандартизации .....	153

## ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. ОСНОВЫ КОНТРОЛЯ В СПОРТЕ

Раздел V. КОНТРОЛЬ КАК ЗВЕНО УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ .....	160
Глава 14. Понятие об управлении .....	160
14.1. Основные термины и понятия .....	160
14.2. Управление в спортивной тренировке .....	162
Глава 15. Контроль — компонент управления .....	164
15.1. Основные положения контроля .....	164
15.2. Характеристика разновидностей контроля .....	166

<b>Раздел VI. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ПОКАЗАТЕЛИ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ .....</b>	<b>170</b>
<b>Глава 16. Классификация свойств и показателей спортивной подготовленности .....</b>	<b>170</b>
16.1. Свойства и показатели спортивной подготовленности ...	170
16.2. Спортивно-педагогические показатели .....	174
16.3. Показатели функциональной подготовленности .....	177
16.5. Показатели личности спортсмена .....	185
<b>Глава 17. Критерии качества обследований спортсменов .....</b>	<b>187</b>
17.1. Критерии оценки спортивной подготовленности .....	187
17.2. Показатели стандартизации и унификации .....	189
17.3. Метрологические показатели .....	194
17.4. Паспортизация методик выполнения измерения .....	195
17.5. Обеспечение единства результатов обследований .....	196
<b>Раздел VII. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭСТЕТИЧНОСТИ ИСПОЛНИТЕЛЬСКОГО МАСТЕРСТВА В ТЕХНИКО-ЭСТЕТИЧЕСКИХ ВИДАХ СПОРТА.....</b>	<b>198</b>
<b>Глава 18. Основные понятия и показатели спортивной эстетики .....</b>	<b>198</b>
18.1. Эстетические показатели спортивно-технического мастерства .....	198
18.2. Основные понятия, характеризующие качество исполнительского мастерства .....	204
18.3. Спортивно-технические критерии исполнительского мастерства .....	216
<b>Глава 19. Методы определения величин показателей исполнительского мастерства .....</b>	<b>219</b>
19.1. Метод графической записи движений .....	219
19.2. Метод семантического дифференциала .....	220
19.3. Метод круговой шкалы .....	221
19.4. Метод групповых экспертных оценок (ГЭО) .....	222
<b>Рекомендуемая литература .....</b>	<b>224</b>

*Учебное издание*

**Смирнов Юрий Иванович  
Полевщиков Михаил Михайлович**

**Спортивная метрология**

**Учебное пособие**

Редактор *В. Н. Савицкая*  
Художественный редактор *Т. П. Астахова*  
Компьютерная верстка: *С. В. Старовойтова*  
Корректоры *Э. Г. Юрга, В. Т. Козлова*  
Диaposитивы предоставлены издательством

Подписано в печать 07.08.2000. Формат 60×90/16. Гарнитура «Таймс».  
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,5.  
Тираж 30000 экз. (1-й завод 1–10000 экз.). Заказ №2785.

Лицензия ИД № 02025 от 13.06.2000. Издательский центр «Академия».  
105043, Москва, ул. 8-я Парковая, 25. Тел./факс: (095) 165-46-66, 367-07-98, 305-23-87.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.  
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.



Издательский центр  
“АКАДЕМИЯ”

предлагает книгу

Е. Н. ГОГУНОВ, Б. И. МАРТЬЯНОВ

**ПСИХОЛОГИЯ  
ФИЗИЧЕСКОГО  
ВОСПИТАНИЯ И  
СПОРТА**

Учебное пособие

*Для студентов высших педагогических учебных заведений*

В пособии рассмотрены психологические основы обучения на уроках физической культуры; раскрыты особенности психологии личности школьника, учителя физической культуры, спортсмена, тренера. Учебный материал сопровождается контрольными вопросами и заданиями для самостоятельной работы, схемами, рисунками, таблицами.

Книга может быть полезна также преподавателям высших и средних педагогических учебных заведений, учителям физкультуры.

Объем 288 с.



# Издательский центр “АКАДЕМИЯ”

предлагает книгу

И. М. БУТИН

## ЛЫЖНЫЙ СПОРТ

Учебное пособие

*Для студентов высших педагогических учебных заведений*

В пособии изложены основные вопросы истории возникновения и развития лыж и лыжного спорта, техника и методика обучения способам передвижения на лыжах, организация и методика проведения уроков лыжной подготовки в школе. Отдельные главы посвящены общим основам методики тренировки в лыжном спорте, методике тренировки школьников, а также организации и проведению соревнований по лыжным гонкам и т. д.

Учебное пособие может быть использовано также учителями общеобразовательных школ, тренерами ДЮСШ, студентами и преподавателями средних педагогических учебных заведений.

Объем 368 с.

## Книги Издательского центра «Академия» можно приобрести оптом по адресу:

111399, г. Москва, ул. Марتنевская, 7, тел./факс: (095)305-2387, (095)305-1835, (095)305-0449,  
E-mail: bookinfo@glasnet.ru

Издательство имеет возможность отправлять заказанную литературу железнодорожными контейнерами, почтово-багажными вагонами и почтовыми отправлениями.



Банковские реквизиты: ОАО «Издательский центр «Академия»»  
ИНН 7720121330, р/с 40702810538340101565, к/с 30101810600000000342,  
БИК 044525342, Измайловское ОСБ 2695/03 в МБ АК СБ РФ г. Москва.

### Книга – почтой

Издательство выполняет заявки физических лиц на отправку книг наложенным платежом. Для этого нужно прислать заявку в издательство.

**Внимание!** Высылаются только книги, имеющиеся в наличии на момент получения заявки. За справками обращаться по тел. (095)305-0392.

При заказе наложенным платежом стоимость книг увеличивается на 40% (стоимость почтовых расходов).