

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Нижневартковский государственный университет»
Факультет физической культуры и спорта
Кафедра спортивных дисциплин

КУРС ЛЕКЦИЙ ПО СПОРТИВНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие



Издательство
Нижневартковского
государственного
университета
2013

ББК 75.13
К 78

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета
Нижевартовского государственного университета

Рецензенты:

кандидат педагогических наук, доцент,
зав. кафедрой ТиМФОР Сибирского государственного
университета физической культуры *М.П.Асташина*;
кандидат педагогических наук, доцент, зав. кафедрой
физической культуры НГСГК *Н.И.Апанасюк*

К 78 **Курс лекций по спортивной метрологии:** Учебно-методиче-
ское пособие / Сост. О.С.Красникова. — Нижневартовск: Изд-во
Нижеварт. гос. ун-та, 2013. — 92 с.

ISBN 978–5–00047–089–3

Учебно-методическое пособие разработано для успешного ос-
воения студентами основ теории учебной дисциплиной «Спортивная
метрология». В нем изложен лекционный материал, отражающий
современные взгляды в изучении спортивной метрологии.

Для студентов факультетов физической культуры высших
учебных заведений и специалистов в области физической культу-
ры и спорта.

ББК 75.13

ISBN 978–5–00047–089–3

© Красникова О.С., составление, 2013
© Издательство НВГУ, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Спортивная метрология как учебная дисциплина осуществляет свою деятельность в образовательной области по физической культуре и спорту. Содержание спортивной метрологии определено следующими направлениями: выразить числом явления и процессы, которые происходят в физической культуре и спорте, используя конкретные современные способы измерения, и обработать полученный материал методами математической статистики.

Цель дисциплины «спортивная метрология» заключается в ознакомлении бакалавров с основами метрологии, стандартизации и контроля в спорте, с метрологическими характеристиками и аттестацией средств измерений, используемых в области физической культуры и спорта, с метрологическим обеспечением приемов регистрации, обработки и анализа показателей физического состояния, технико-тактического мастерства и тренировочных нагрузок.

Ввиду того, что на изучение точных наук бакалаврами по физической культуре отведено очень ограниченное время, а уровень метрологических знаний педагогов и тренеров, необходимых для использования современных измерительных материалов в своей исследовательской деятельности, возрастает.

Решение задач дисциплины состоит в формировании у студентов компетенций использовать основные положения метрологии, стандартизации и контроля в спорте при выполнении практической деятельности, обеспечивающей, в конечном итоге, получение студентами необходимых знаний, умений и навыков, позволяющих эффективно решать исследовательские задачи.

Метрологическая подготовка студентов должна находить отражение во всех этапах и звеньях учебного процесса: преподавании дисциплин общекультурной, медико-биологической, психолого-педагогической и предметной подготовки; курсовых и дипломных работах; учебно-исследовательской деятельности и педагогической практике студентов.

В разработке лекционного материала использовались работы основоположников спортивной метрологии В.М.Зациорского, М.А.Годика, В.В.Иванова, а также современных ученых, таких как

С.В.Начинская, В.П.Губа, М.П.Шестаков, Н.Б.Бубнов, М.П.Борисенков.

В учебно-методическом пособии изложены лекции, в которых представлены положения теории спортивно-педагогических измерений, основы тестирования двигательных возможностей, теории оценок. Подробно представлены методики педагогического контроля — за тренировочными нагрузками, за физической, технической и тактической подготовленностью спортсменов.

Завершает учебно-методическое пособие глоссарий дисциплины.

ЛЕКЦИЯ 1

Метрология как учебная дисциплина

1. Предмет и задачи спортивной метрологии.
2. Спортивная тренировка как процесс управления.
 - 2.1. Основные понятие об управлении системы.
 - 2.2. Управление в спортивной тренировке.

1. Предмет и задачи спортивной метрологии

Слово «метрология» («метро» — мера и «логос» — учение, наука) в переводе с древнегреческого означает «наука об измерениях». Основной задачей общей метрологии является обеспечение точности и единства измерений. Современная метрология включает три составляющие: законодательную метрологию, фундаментальную (научную) и практическую (прикладную) метрологию.

Спортивная метрология — это наука об измерениях в физическом воспитании и спорте.

Цель спортивной метрологии — обеспечить единство и точность измерений.

Основные задачи метрологии:

- 1) разработка новых средств и методов измерений;
- 2) регистрация изменений в состоянии занимающихся под влиянием различных физических нагрузок;
- 3) сбор массовых данных, формирование систем оценок и норм;
- 4) обработка полученных результатов измерений с целью организации эффективного контроля и управления учебно-тренировочным процессом

Спортивную метрологию следует рассматривать как часть общей метрологии и одну из составляющих практической (прикладной) метрологии. Однако как учебная дисциплина спортивная метрология выходит за рамки общей метрологии по следующим обстоятельствам. Традиционно метрология занималась измерением только физических величин — длины, массы, времени, температуры, силы электрического тока, силы света и количества вещества. Однако специалистов отрасли физического воспитания

и спорта интересуют педагогические, психологические, социальные, биологические показатели, которые по своему содержанию нельзя отнести к физическим величинам. Методикой их измерений общая метрология практически не занимается, и поэтому в середине прошлого века возникла необходимость разработки специальных измерений, результаты которых всесторонне характеризуют подготовленность спортсменов. В физическом воспитании и спорте кроме измерений длины, высоты, времени и других физических величин приходится оценивать техническое мастерство, выразительность и артистичность движений и тому подобные нефизические величины.

С появлением спортивной метрологии в разделе прикладной были разработаны специальные измерения, результаты которых всесторонне характеризуют подготовленность спортсменов и состояние людей, занимающихся спортом, физической культурой и по программам оздоровительных технологий. Использование методов математической статистики в спортивной метрологии дало возможность получить более точное представление об измеряемых объектах, сравнить их и оценить результаты измерений. В практике физического воспитания и спорта проводят измерения в процессе систематического контроля, в ходе которого регистрируются различные показатели соревновательной и тренировочной деятельности, а также состояние спортсменов. Такой контроль называют комплексным.

Комплексный контроль дает возможность установить причинно-следственные связи между нагрузками и результатами в соревнованиях и оценить их влияние на организм спортсмена, а после сопоставления и анализа результатов — верно разработать программу и план подготовки спортсменов.

Предметом спортивной метрологии является комплексный контроль в физическом воспитании и спорте и использование его результатов в планировании подготовки спортсменов и лиц, занимающихся физической культурой и спортом, т.е. контроль и измерения в спорте.

В содержание спортивной метрологии входит:

1) контроль за состоянием спортсмена, тренировочными нагрузками, техникой выполнения движений, спортивными результатами и поведением спортсмена на соревнованиях;

2) сопоставление данных, полученных в каждом из этих направлений контроля, их оценка и анализ.

2. Спортивная тренировка как процесс управления

2.1. Основные понятие об управлении системой

Физическое воспитание и спортивную тренировку можно рассматривать как процесс управления.

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

Системой называется совокупность каких-либо элементов, образующих единое целое (сердечнососудистая система (ССС) человека, организм спортсмена, спортивный клуб и т.д.). Однотипные системы имеют одинаковые свойства, отличающиеся только величиной (ССС различных спортсменов).

Величина, характеризующая какое-либо свойство системы, называется *переменной*. Всякая система характеризуется большим числом переменных, но не все они одинаково важны. Переменные, которые важны с точки зрения рассматриваемой задачи, называются *информативными*, а те, которые с этой точки зрения не важны, — *неинформативными*.

Состояние любой системы определяется совокупностью значений ее информативных переменных в данный момент времени. С течением времени состояние системы меняется. Чтобы оно изменилось желаемым образом, на систему надо оказать некоторое воздействие. Это воздействие и будет именоваться *управлением*.

Управляемая система состоит как минимум из двух частей, объединенных прямыми и обратными связями. В спорте можно рассмотреть управление системой — условно назовем ее «спортсмен» — на примере воздействия по прямым связям тренера на спортсмена и получения информации о поведении, состояниях и выполненных действиях по обратным связям (рис. 1).

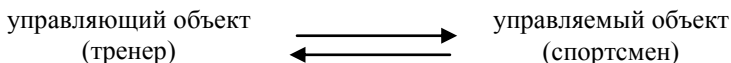


Рис. 1. Схема управляемой системы в спорте

В системе управления спортивным коллективом примером прямых связей могут быть приказы и распоряжения тренера, а примером обратных связей — сведения, поступающие к тренеру о положении дел в коллективе, информация о правильности выполнения заданий, элементов техники, групповых действий. На основе полученных данных, идущих по обратным связям, тренер должен вносить коррективы, которые будут образовывать новый процесс управления системой, — и так постоянно, на протяжении всего учебно-тренировочного процесса.

Успешное управление сложной системой возможно лишь при наличии обратной связи. Она позволяет определить состояние объекта управления и сравнить действительное состояние объекта с должным (запрограммированным). Различия между действительными значениями информативных переменных системы и должными называются *рассогласованием*. Например, если тренер запланировал, что в декабре его ученик должен присесть со штангой 120 кг на плечах, а в действительности он может присесть только с весом 100 кг, то рассогласование составляет 20 кг.

При рассогласовании в управление системой вносят необходимые изменения — *коррективы* (от англ. correction — исправление, поправка).

Таким образом, *контролем* называется сбор информации о состоянии объекта управления и сравнение его действительного состояния с должным.

1.2. Управление в спортивной тренировке

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

Из теории и методики физического воспитания и спорта (ФВиС) известно, что в спортивной тренировке имеет место

выявление изменений (сдвигов) в организме спортсмена, которые возникают в результате воздействия спортивной нагрузки (рис. 2).

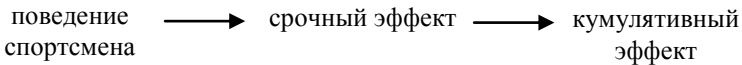


Рис. 2. Ожидаемые тренировочные следы при воздействии на спортсмена тренировочной нагрузкой

Срочным тренировочным эффектом называются изменения в организме, которые наступают во время выполнения физических упражнений и сразу после их завершения. Из-за наступающего утомления происходит снижение работоспособности и спад спортивных результатов.

Кумулятивным тренировочным эффектом (от лат. *cumulatio* — скопление) называются изменения в организме, которые происходят в результате суммирования следов многих тренировочных занятий. При правильном построении тренировочного процесса этот эффект выражается в повышении работоспособности и спортивных результатов.

Педагогический контроль тренера за состоянием системы (спортсмена) может осуществляться по четырем обратным связям:

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

2) сведения о поведении спортсмена (какие тренировочные задания выполнены, как это сделано, какие допущены ошибки в технике или в тактических взаимодействиях группы спортсменов и т.п.);

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

4) сведения о кумулятивном тренировочном эффекте (изменения в подготовленности спортсмена в процессе нескольких тренировок).

Таким образом, управление тренировочным процессом заключается в желаемом изменении состоянии системы, т.е. ее перевод на более высокий заранее запланированный функциональный уровень (рис. 3).

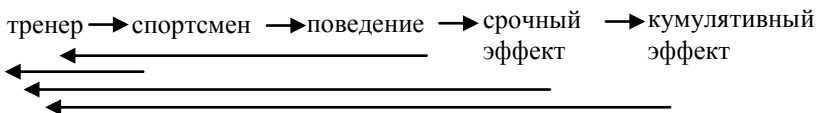


Рис. 3. Схема управления

Управление процессом подготовки спортсменов включает в себя пять стадий:

1. Сбор информации о спортсмене, а также о среде, в которой он живет, тренируется и соревнуется.
2. Анализ полученной информации.
3. Принятие решений о стратегии подготовки и составление программ и планов подготовки.
4. Реализация программ и планов подготовки.
5. Контроль за ходом реализации программ, внесение необходимых коррективов в документы планирования и составление новых программ и планов.

Сбор информации (первая стадия процесса управления) необходимо рассматривать как наиболее важную стадию управления тренировочным процессом. От достоверности информации зависит содержание принимаемых решений по планированию нагрузок.

Таким образом, теоретически можно измерять сотни различных показателей, но на практике этого делать недопустимо: во-первых, это будет занимать слишком много времени; во-вторых, потребуется большое количество дорогостоящей аппаратуры и обслуживающего персонала; в-третьих, и это самое главное, многие из показателей недостаточно надежны и информативны. Поэтому основной задачей в такой ситуации является выбор минимального количества показателей, с помощью которых можно получить максимум полезной информации и использовать ее в управлении процессом подготовки спортсменов.

Для того чтобы спортивная тренировка стала управляемым процессом, тренеру необходимо принимать 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.

Контроль начинается с измерения, но не ограничивается им. Необходимо знать, что измерять, уметь выбирать информативные показатели и математически грамотно обрабатывать результаты наблюдений, на основе которых сделать выводы, владеть методами наблюдения и контроля.

Контрольные вопросы

1. Предмет и задачи спортивной метрологии.
2. Управление спортивной тренировкой
3. Система в физическом воспитании и спорте и ее переменные.
4. Особенности тренировочных эффектов.
5. Стадии процесса подготовки спортсмена.

ЛЕКЦИЯ 2

Основы теории спортивных измерений

1. Характеристика спортивных измерений.
2. Единицы измерений.
3. Обеспечение единства измерений в спорте.
4. Технические средства измерений.
5. Шкалы измерений.
6. Точность измерений.

1. Характеристика спортивных измерений

Измерение какой-либо физической величины — операция, в результате которой определяется, во сколько раз эта величина больше (или меньше) другой величины, принятой за эталон, или (в широком смысле слова) установление соответствия между изучаемыми явлениями, с одной стороны, и числами, с другой.

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.

Так, за эталон длины принят метр. Проводя измерения в соревнованиях или в тесте, мы узнаем, сколько метров, например, содержится в результате, показанном спортсменом, в прыжке в длину, в толкании ядра и т.д. Точно так же можно измерить время движений, мощность, развиваемую при их выполнении, и т.п.

Но не только такие измерения приходится выполнять в спортивной практике. Очень часто нужно оценить *выразительность* исполнения упражнений в фигурном катании на коньках или художественной гимнастике, *сложность* движений прыгунов в воду, *утомление* марафонцев, *тактическое мастерство* футболистов и фехтовальщиков. Для этих величин узаконенных эталонов нет, но именно эти измерения во многих видах спорта наиболее информативны. В этом случае *измерением будет называться*

установление соответствия между изучаемыми явлениями, с одной стороны, и числами — с другой.

Тысячи тренеров и специалистов, оценивающих какие-то показатели (например, выносливость бегунов-спринтеров или эффективность техники боксеров), должны это делать *одинаково*. Для этого существуют стандарты на измерения.

Стандарт — нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом — Государственным комитетом по стандартизации.

В спортивной метрологии объектом стандартизации являются спортивные измерения. Использование стандарта повышает точность, экономичность и единство измерений. Для усиления роли стандартизации в нашей стране действует Государственная система стандартизации (ГСС), содержащая организационные, правовые, методические и практические основы этой деятельности.

Руководство стандартизацией в физическом воспитании и спорте осуществляется Госкомспортом России и головным учреждением — научной лабораторией Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (РГУФКСМиТ). Они устанавливают *отраслевые стандарты*, обязательные для всех работников физической культуры и спорта.

2. Единицы измерений

Измерение физической величины можно проводить прямым или косвенным методами. При прямом методе измерения физическая величина определяется опытным путем (например, длина дистанции, время и т.д.). При косвенном методе измерения физическая величина вычисляется на основании известной зависимости физических величин друг от друга, полученных опытным путем (например, определение величины средней скорости спортсмена от длины дистанции и времени забега и т.д.).

История насчитывает большое число разнообразных единиц измерения. Например, в дореволюционной России для измерения длины использовалась верста (равная 1,0668 км), сажень (2,1336 м), аршин (0,4112 м), вершок (4,445 см), дюйм (2,54 см) и другие меры, что приводило к затруднениям на практике.

Первая единица мер была разработана в период Великой французской революции в конце XVIII в. Это известная всем метрическая, или десятичная, система мер. Отражая уровень знаний того времени, она включала в себя лишь единицы длины, массы, площади, объема и вместимости. В ней не было мер теплоты, электричества, телесного угла, силы тока и пр., поэтому существовала необходимость продолжать работу над совершенствованием системы мер.

Чтобы результаты разных измерений можно было сравнивать друг с другом, они должны быть выражены в одних и тех же единицах. С этой целью в 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам была принята Международная система единиц, получившая сокращенное название СИ (Система интернациональная).

В настоящее время СИ состоит из *семи основных* и *двух дополнительных единиц измерения*, из которых в качестве *производных* выводят единицы остальных физических величин (таб. 1). *Производные* единицы определяются на основе формул, связывающих между собой физические величины. Например, единица длины (метр) и единица времени (секунда) — основные единицы, а единица скорости (метр за секунду [м/с]) — производная. Совокупность выбранных основных и производных единиц для одной или нескольких областей измерения называется *системой единиц*.

Единица измерения физической величины представляет собой размерность данной величины. Размерность — это соотношение физических величин, показывающее, как изменяется единица какой-либо величины по отношению к основным единицам измерения.

Предметом познания, как известно, являются объекты, свойства и явления окружающего мира. Таким объектом, например, служит окружающее нас пространство, а его свойством — протяженность, которая может характеризоваться различными способами.

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

Таблица 1

Международная система единиц (СИ)

Величина	Обозначение		
	наименование	русское	международное
<i>Основные единицы измерений</i>			
Длина, l	метр	м	m
Масса, m	килограмм	кг	kg
Время, t	секунда	с	s
Сила электрического тока, I	ампер	А	A
Термодинамическая температура, T, θ	кельвин	К	K
Сила света, J	кандела	кд	cd
Количество вещества, n	моль	моль	mol
<i>Дополнительные единицы измерений</i>			
Плоский угол, $\alpha, \beta, \gamma, \varphi$	радиан	рад	rad
Телесный угол, Ω	стерадиан	ср	sr

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.

3. Обеспечение единства измерений в спорте

Метрологическое обеспечение — это применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и точности измерений в физическом воспитании и спорте. Научной основой этого обеспечения является *метрология*.

Техническая основа включает в себя:

- 1) систему государственных эталонов;
- 2) систему разработки и выпуска средств измерений;
- 3) метрологическую аттестацию и поверку средств и методов измерений;
- 4) систему стандартных данных о показателях, подлежащих контролю в процессе подготовки спортсменов.

Метрологическое обеспечение направлено на то, чтобы обеспечить *единство* и *точность* измерений. Единство измерений достигается тем, что их результаты должны быть представлены в законных единицах и с известной вероятностью погрешностей.

В настоящее время используется Международная система единиц (СИ). Основные и дополнительные единицы физических величин в СИ уже рассматривались выше (см. п. 2).

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

К основным относятся: сила — ньютон (Н); температура — градусы Цельсия (°С), частота — герц (Гц), давление — паскаль (Па), объем — литр, миллилитр (л, мл).

С помощью расчетов из этих основных единиц получают производные. Например, работа, производимая движущимся телом, измеряется как произведение силы на массу (Ньютон×метр — Н×м); мощность — как работа в единицу времени (Н×м/с), скорость — как производная расстояния по времени (м/с) и т.д.

Достаточно широко используются в практике внесистемные единицы. Например, мощность измеряется в лошадиных силах (л.с.), энергия — в калориях, давление — в миллиметрах ртутного столба и т.д. В последнее время от них постепенно отказываются. Однако в некоторых учебниках по специализации, физиологии, биохимии экспериментальный материал представлен во внесистемных единицах, для перевода их в СИ можно использовать следующие отношения:

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

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

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

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

Интенсивность (или мощность) упражнений измеряется в ваттах:

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с} = 1 \text{ Н} \times \text{м/с} = 0,102 \text{ кгм/с}.$$

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

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

$$1 \text{ ккал/мин} = 69,767 \text{ Вт} = 426,85 \text{ кгм/мин} = 4,186 \text{ кДж/мин}.$$

Используется и такая единица, как МЕТ. Он равен:

$$1 \text{ МЕТ} = 0,0175 \text{ ккал/кг} = 0,0732 \text{ кДж/кг}.$$

Довольно часто, оценивая интенсивность упражнения, отмечают, что оно выполняется при потреблении кислорода на уровне, предположим, 4 л/мин. Необходимо запомнить, что при потреблении 1 л O_2 выделяется 5,05 ккал энергии и совершается работа, равная 21,237 кДж. Следовательно, при выполнении этого упражнения будет затрачиваться 20,2 ккал/мин, что соответствует работе в 84,95 кДж.

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

Основные единицы измерений в спортивной метрологии:

длина — метр (м), сантиметр (см), миллиметр (мм);
масса — килограмм (кг), грамм (г), миллиграмм (мг);
время, период — секунда (с), минута (мин), час (ч);
сила электрического тока — ампер (А);
температура — Кельвин (К), градус Цельсия ($^{\circ}C$).

Производные единицы измерений в спортивной метрологии:

сила — ньютон ($1\text{ Н} = 1\text{ кг} \times \text{м}/\text{с}^2$);
скорость — метр в секунду (м/с);
объем — литр (л);
угол поворота — градус угловой (... $^{\circ}$), радиан (рад);
темп (частота) — движений в секунду (с^{-1});
ускорение — метр на секунду в квадрате ($\text{м}/\text{с}^2$);
момент инерции — килограмм-метр в квадрате ($\text{кг} \times \text{м}^2$);
момент силы — ньютон-метр ($\text{Н} \times \text{м}$);
импульс силы — ньютон-секунда ($\text{Н} \times \text{с}$);
мощность — ватт (Вт).

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

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

анаэробная мощность — ккал/мин;
максимальное потребление кислорода (МПК) — л/мин;
мощность работы — ккал/мин;
концентрация глюкозы в крови — мг %;
максимальная аэробная мощность — % МПК;
максимальный кислородный долг — мл/кг;
жизненная емкость легких (ЖЕЛ) — л;
легочная вентиляция — л/мин;
парциальное напряжение O^2 в артериальной крови — мм рт.ст.;
порог анаэробного обмена (ПАНО) — % от МПК;
максимальный сердечный выброс — л/мин;
общий объем сердца — см³;
относительный объем сердца — см³/кг;
скорость потребления кислорода — л/мин;
мощность фосфагенной системы — Вт/с;
емкость анаэробной системы — ккал/кг.

Если рассматривается соотношение абсолютных величин, то показатель становится относительным, например: сердечный выброс спортсмена — А (л/мин), максимальный сердечный выброс — В (л/мин), отношение этих величин представляет собой безразмерную величину $k = A/B$.

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

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

4. Технические средства измерений

Работа спортсмена проходит в пространстве и во времени с приложением мышечных усилий. Поэтому задача исследователя физической культуры и спорта (ФКиС) — измерять и анализировать показатели пространства, силы, напряжения мышц спортсмена, времени действий и скорости движений испытуемого.

Кроме того, важны показатели, производные от основных измерений, а также всевозможные подсчеты, например, выполнений упражнения (раз); повтора элементов, примененных в соревновании; выполнения возможных действий в единицу времени и т.д.

В практике ФКиС эти показатели измеряются с помощью общепризнанных средств измерений.

Показатели пространства — это показатели, определяющие, например, длину дистанции, высоту снаряда, глубину сооружения, объекта и т.д. Эти показатели измеряются в километрах, метрах, сантиметрах и миллиметрах с помощью измерительных средств: сантиметра, линейки, рулетки и т.п.

К показателям пространства относятся также показатели измерения углов.

Прибор для измерения углов называется *гониометр* (от греч. *gonio* — угол). Известны два вида гониометра — механический и электрический.

Механический гониометр — это транспортир большого размера. Он используется для того, чтобы определить, например, величину угла между бедром и голенью. Для этого одна сторона транспортира с нулевой отметкой прикладывается к бедру, а другая — к голени. Зафиксировав угол между бедром и голенью, можно увидеть его величину на шкале транспортира.

Основу *электрического гониометра* составляет реостат в форме тора (бублика). Нулевой торец реостата соединяется с неподвижной стороной угла (например, с бедром), а ползунок реостата прикрепляется к подвижной стороне угла (например, к голени). Любой угол между бедром и голенью спортсмена соответствует определенному положению ползунка и определенному сопротивлению реостата. Таким образом, на приборе, к которому подключен реостат, показания сопротивления меняются пропорционально исследуемому углу. Измерительный прибор (как правило, это амперметр или вольтметр) позволяет сразу считывать показания величины исследуемого угла.

Показатели силы спортсмена очень разнообразны. Можно измерять становую силу, силу рук и ног, силу кистей, силу определенных групп мышц и т.д. Приборы, с помощью которых измеряют показатели силы, называются *динамометрами* (от греч. *dynamis* — сила). Процесс измерения показателей силы — динамометрия —

проводится для фиксации статистического и динамического проявления силы.

При измерении статистического проявления силы определяют силу мышц спортсмена как таковую. В этом случае применяют простейший измерительный прибор — *пружинный динамометр*. Его основным элементом является специальная пружина, которая перемещается вдоль неподвижных направляющих. При сжатии пружины ее длина уменьшается пропорционально приложенной силе. Оценив уменьшение длины пружины, можно определить мышечную силу спортсмена.

При измерении динамического проявления силы, как правило, пользуются *электрическим динамометром*, основу которого составляет тензодатчик — небольшой электрический прибор, состоящий из трех основных элементов: пружинки, изменяющей сопротивление под действием силы, измерительного прибора (амперметра) и источника питания. Под действием силы спортсмена пружинка сжимается, вызывая изменения сопротивления в сети. Измерительный прибор (амперметр или вольтметр) показывает эти изменения. Кроме того, неравномерность проявляемой спортсменом силы легко улавливается прибором, в этом случае он показывает различную силу тока.

Таким образом, показания изменения сопротивления в сети меняются в соответствии с приложенным усилием спортсмена. Тензодатчик, имея небольшие размеры, не зависит от сетевого источника питания и может работать от батареек, что весьма удобно для измерения силы спортсмена в любых условиях.

Тензоплатформа также является электрическим динамометром и используется в тех случаях, когда спортсмен занимает большую площадь и прикладывает значительные усилия (например, тяжелоатлет, поднимающий штангу). Она представляет собой прямоугольную площадку, на углах которой размещены четыре тензодатчика. Для того чтобы датчики работали слаженно и одновременно, устанавливают специальное уравнивающее электроустройство.

Согласно системе СИ единицей измерения силы является ньютон (Н). Вместе с тем пружинные динамометры тарированы в старых единицах системы — килограмм-сила (кгс): 1 кгс — сила, сообщающая массе международного прототипа килограмма

ускорение, равное $9,80665 \text{ м/с}^2$, в направлении действия силы, $kgc = 9,80665 \text{ Н}$.

Показатели времени называются хронометрами (от греч. *chronos* — время). Простейший хронометр — секундомер, который работает по принципу часового механизма. Он легок, удобен в использовании и доступен в приобретении.

Существуют также приборы для измерения показателей, производных от показателей силы, времени и пространства. К ним вносятся спидограф, акселерометр и миограф.

Прибор для измерения скорости передвижения спортсмена называется *спидографом*. Простейшим является так называемый спидограф В.М.Абалакова. Принцип его работы заключается в следующем: на пояс спортсмену прикрепляют катушку с нитью. Конец нитки фиксируют на старте. Во время бега нить на катушке разматывается, а вращение самой катушки характеризует скорость бега спортсмена. Измеряя количество оборотов катушки, время забега и дистанцию, соответствующую одному обороту катушки, определяют скорость бега спортсмена.

Для более точного измерения скорости передвижения спортсмена используют спидограф, основанный на эффекте Доплера. Принцип его действия таков: на спортсмена во время бега направляется ультразвуковая волна, параметры которой измеряются. Разности частот этих волн характеризуют скорость бега спортсмена.

Прибор для измерения ускорения называется *акселерометром* (от лат. *accelerare* — ускорять). Прибор состоит из двух цилиндров: один — внешний большой, а другой — внутренний малый. Первый цилиндр заполнен жидкостью, в которой перемещается второй цилиндр от одного торца до другого. Оба торца внутреннего малого цилиндра подключены к электрической цепи. Малый цилиндр перемещается в гидросреде по инерции. Такое перемещение прямо пропорционально ускорению. Шкала акселерометра имеет градацию, равную ускорению свободного падения тела, т.е. $9,8 \text{ м/с}^2$.

Прибор для измерения напряжения мышц — *миограф* (от лат. *muo* — мышца) — состоит из электродов, электрических проводов, источника питания, усилителя и шкалы. На теле человека имеются небольшие электрические потенциалы, и если к ним подсоединить

электрическую цепь со слабым источником питания, усилителем электропотенциалов и показателем тока (амперметром или вольтметром), то на шкале прибора можно увидеть результаты исследований. При этом показатели будут различными, и в зависимости от того, напряжены мышцы или находятся в спокойном состоянии, возможно оценить их работу во время спортивной деятельности определенного характера. С этой целью созданы специальные датчики — электроды в форме пластинок или иглолок, которые монтируются в цепь и позволяют измерять напряжение мышц.

Большую роль в практике ФКиС играют *фото-* и *киносъемки*. Перемещаясь в пространстве, спортсмен находится в постоянном движении. Различные группы его мышц работают неравномерно и имеют разные временные показатели. Для досконального исследования такой работы существуют средства, пригодные для измерения лишь какого-либо одного показателя. Иногда эти средства громоздки и затрудняют саму работу спортсмена. В связи с этим *фото-* и *киносъемки* предоставляют идеальную возможность для наблюдений и экспериментов. Зафиксировав действия спортсмена в кульминационный момент на фотоснимке, исследователь получает результат, который можно тщательно изучать. На таком снимке, как правило, проводятся вертикальные, горизонтальные и осевые линии. Зная параметры спортсмена, можно определить расстояния между отдельными точками на его теле и транспортиром измерить углы. Способ фотосъемки позволяет хорошо изучить технику спортсмена.

Киносъемка имеет еще большие возможности, чем фотосъемка, так как кадр за кадром фиксируются различные положения тела спортсмена, позволяющие детально изучить технику действий. Кадры киноплёнок, отпечатанные на бумаге, называются киннограммами. На них, в частности, исследованию подлежат кинематические характеристики движения и траектории движущихся элементов тела.

Циклограмма представляет собой киносъемку траектории точек тела спортсмена на фоне темной стены в темной одежде. К исследуемым точкам тела спортсмена (голове, коленям, плечам и т.д.) прикреплены электролампочки, которые на циклограмме отражаются только в виде траектории точек.

Применяются и другие способы съемок — в зависимости от характера спортивной работы и задач исследования.

Отметим две важные особенности работы с приборами и средствами измерений. Первая особенность заключается в том, что описанные выше приборы и устройства не являются единственными в ФВиС. Это в основном относится к медицинским исследованиям, где используются приборы для измерения состава крови, работы сердечной мышцы, дыхательной и выделительной систем, ЧСС и т.д. Кроме спортивных применяются также различные методы, позволяющие надежно оценить кинематические параметры движений, например, подсчет чего-либо, шагомеры и др.

Вторая особенность относится к точности измерений и проведению расчетов в ФВиС. Технические измерения зависят от чистоты поверхности деталей и точности измерительных приборов, работа с которыми проводится по специальным инструкциям, а контроль осуществляется с привлечением специальных служб. В отличие от технических измерений спортивная деятельность предполагает следующие моменты: объектом исследования ФВиС является спортсмен, от индивида к индивиду варьируются антропометрические показатели, параметры функциональных систем, результаты адаптации и т.д. Даже в течение одного дня показатели объекта исследования непостоянны, поэтому исследователей более всего интересуют склонности, возможности, особенности спортсмена и т.д. Точность исследований зависит от точности показаний средств измерения, на которые необходимо ориентироваться.

5. Шкалы измерений

Проведение любых исследований, в том числе и в области физического воспитания и спорта, связано с определенными измерениями. Измерение в самом широком смысле может быть определено как приписывание чисел к объектам или событиям согласно некоторым правилам. Эти правила должны устанавливать соответствие между свойствами рассматриваемых объектов и чисел, что порождает четыре основных вида таких шкал: **наименований**, **порядка**, **интервальная** и **отношений**. Измерения, осуществляемые с помощью двух первых шкал, считаются *качественными*,

двух последних — *количественными*. В каждой шкале строго определены свойства чисел. При этом чем выше порядок шкалы, тем больше арифметических действий разрешается проводить над числами, приписанными объектам.

5.1. Шкала наименований (номинальная шкала)

Это самая простая из всех шкал. В ней числа выполняют роль ярлыков и служат для обнаружения и различения изучаемых объектов (например, нумерация игроков футбольной команды). Числа, составляющие шкалу наименований, разрешается менять местами. В этой шкале нет отношений типа «больше — меньше», поэтому некоторые полагают, что применение шкалы наименований не следует считать измерением. Построение этой шкалы основано на группировке объектов, явлений в соответствующие классы в зависимости от проявления у них определенных признаков или свойств. Всем объектам или явлениям, попавшим в один и тот же класс, группу, приписывается одно и то же число, объектам и явлениям другого класса — другое число. Например, всех студентов факультета в зависимости от того, в каком виде спорта они специализируются, можно подразделить на следующие классы: баскетболисты, волейболисты, гимнасты, футболисты, лыжники, легкоатлеты и т.д. В данном случае классу баскетболистов можно приписать цифру 1; волейболистов — 2; гимнастов — 3; футболистов — 4; лыжников — 5; легкоатлетов — 6 и т.д. В результате все студенты факультета будут отнесены к тому или иному классу, группе специализаций. Таким же образом можно подразделить студентов или других занимающихся на определенные классы в зависимости от пола, возраста, разряда, принадлежности к тому или иному спортивному клубу и т.д.

При использовании шкалы наименований могут проводиться только некоторые математические операции. Например, ее числа нельзя складывать или вычитать, но можно подсчитывать, сколько раз (как часто) встречается то или иное число.

5.2. Шкала порядка

Порядковые измерения (ранжирование) возможны тогда, когда исследователь может обнаружить в объектах или явлениях различие степеней признака или свойства и на этой основе расположить эти объекты в порядке возрастания или убывания величины рассматриваемого признака. Каждому объекту или явлению в этом случае приписывается порядковое число, обозначающее его место в данном ряду. Это число называют *рангом*.

Ранговые числа подбираются так, чтобы объектам с большей величиной изучаемого признака приписывались числа бóльшие, чем у объектов с меньшей величиной этого признака. Примерами измерения на основе шкалы порядка могут служить распределение студентов факультета в зависимости от того или иного спортивного разряда по возрастающему порядку — от III разряда до звания мастера спорта. Поскольку шкала порядка устанавливает только отношение равенства и порядка, для приписывания объектам могут быть использованы любые цифры, которые можно расположить в порядке возрастания или убывания измеряемого свойства. Процесс, приписывания чисел в порядке возрастания или убывания изучаемого признака группы, принято называть *ранжированием*. В связи с этим для нашего примера могут использоваться любые цифры. Например, МС — 1, КМС — 2, I взрослый разряд — 3, II взрослый разряд — 4, III взрослый разряд — 5 или другие цифры, расположенные в порядке возрастания.

Принятая характеристика и примеры шкал измерений

Шкалы	Характеристики	Математические методы	Примеры
Наименований	Объекты сгруппированы, а группы обозначены номерами. То, что номер одной группы больше или меньше другого, еще ничего не говорит об их свойствах, за исключением того, что они различаются	— подсчет числа случаев; — определение процентного соотношения; — определение Моды; — определение корреляции между качественными признаками	номер спортсмена, ампула, возраст, вид деятельности
Порядка	Числа, присвоенные объектам, отражают количество свойства, принадлежащего им. Возможно установление соотношений «больше — меньше»	— определение медианы; — проверка достоверности различий с помощью непараметрических критериев; — определение ранговой корреляции	ранжирование спортсменов в тесте, определение места, занятого в соревновании
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: — среднее арифметическое; — среднее квадратичное отклонение; — корреляция; — определение достоверности различий на основе параметрических критериев	суставные углы, температура тела, шкалы температур по Цельсию и Фаренгейту, календарное время

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: — среднее арифметическое; — среднее квадратичное отклонение; — коэффициент вариации; — корреляция; — проверка гипотез	длина и масса тела, сила движений, ускорение и т.п.
-----------	---	---	---

Пользуясь шкалой порядка, можно выяснить положение изучаемого объекта в рассматриваемом ряду, но нельзя определить величину интервалов, на которые разбит этот ряд. Поэтому с этими числами (баллами, рангами), приписываемыми объектам, нельзя производить арифметические действия (складывать, вычитать, умножать, делить).

В практике измерений результатов учебно-тренировочного процесса шкалу порядка можно использовать всякий раз, когда имеется критерий, позволяющий расположить занимающихся или явление по степени увеличения или уменьшения измеряемого признака. Следовательно, эту шкалу целесообразно применять в тех случаях, когда нужно определить характер неравенства в виде суждений: «выше — ниже», «больше — меньше», «лучше — хуже» и т.д., и невозможно при этом измерить величину этой разницы.

Широко используется шкала порядка в гуманитарных науках: педагогике, психологии, социологии. В спортивной метрологии процесс ранжирования можно встретить в расчетах коэффициента ранговой корреляции Спирмена и Кендалла.

5.3. Шкала интервалов

В шкале интервалов числа не только упорядочены по рангам, но и разделены определенными интервалами. Использование интервальной шкалы возможно в том случае, когда с помощью

заданного критерия (эталоны измерения) можно определить величину различия признаков не только по типу «больше — меньше», но и «на сколько единиц один объект или явление отличается от другого». Для такого измерения четко устанавливается единица измерения.

В интервальной шкале единицами измерений могут являться: градус, секунда, метр и т.д. Измеряемому объекту здесь присваивается число, равное количеству единиц измерения, которое он содержит. Например, температура тела спортсмена А во время выполнения упражнения оказалась равной $39,0^{\circ}\text{C}$, спортсмена Б — $39,5^{\circ}\text{C}$. Обработка результатов измерений в интервальной шкале позволяет определить «на сколько больше» один объект по сравнению с другим (в приведенном выше примере — $0,5^{\circ}$).

В данной шкале можно использовать любые методы статистики, кроме определения отношений. По отношению к этим числам измерений можно применять почти все арифметические действия и использовать статистические критерии для количественных измерений. Типичными примерами измерений по шкале интервалов являются измерения календарного времени (летосчисление, счет дней в году, недель, месяцев, текущего времени, температуры по шкале Цельсия и т.п.).

Особенность, отличающая шкалу интервалов от описываемой дальше шкалы отношений, состоит в том, что нулевая точка выбирается произвольно и оцениваемое свойство предмета или явления вовсе не пропадает, когда результат измерения равен нулю. Так, вода при температуре 0°C имеет определенную температуру. Нулевая точка (начало отсчета) на интервальной шкале в некоторой степени произвольна, условна, неабсолютна.

5.4. Шкала отношений

Шкала отношений отличается от шкалы интервалов только тем, что в ней строго определено положение нулевой точки. Благодаря этому шкала отношений не накладывает никаких ограничений на математический аппарат, используемый для обработки результатов наблюдений.

Измерение по шкале отношений отличается тем, что нулевая точка здесь указывает на полное отсутствие измеряемого свойства.

Поэтому шкала отношений позволяет определить не только, на сколько больше (меньше) один объект в сравнении с другим в отношении измеряемого свойства, но и во сколько раз (в два, три и т.д.) больше (меньше). Например, мастер спорта берет высоту 2 м, а ученик четвертого класса преодолевает планку лишь на высоте 1 м. Можно сказать, что мастер спорта прыгает выше ученика на 1 м.

Для осуществления измерений по шкале отношений используются метрические системы оценок, примерами которых могут быть длина, высота в принятых единицах (например, измерения роста спортсменов, дальности метания снарядов, длины и высоты прыжков и т.п.), вес (измерение веса учеников, снарядов, усилий с помощью динамометров и т.д.), время выполнения определенных действий (продолжительность бега, продолжительность выполнения гимнастической комбинации, измерение времени двигательной реакции и т.п.), угловые перемещения в градусах, число попаданий в цель, число подтягиваний и т.п.

Анализ измерительных шкал показывает, что для обработки результатов исследований в области физического воспитания и спорта при определенных условиях могут использоваться все разновидности этих шкал. При этом выбор той или иной из них зависит от того, что и как измеряется. В свою очередь характер измерений, т.е. на основе какой шкалы они сделаны, оказывает влияние на методику обработки полученных результатов с применением параметрических (в случае количественных измерений по интервальной шкале и шкале отношений) или непараметрических (в случае использования для этой цели шкалы наименований и порядка) критериев.

6. Точность измерений

6.1. Основные понятия

В спортивной практике наибольшее распространение получили два вида измерений. Измерения, когда искомое значение величины находится непосредственно из опытных данных, являются *прямыми*, например, регистрация скорости бега, дальности метания, величины усилий и т.п.

Косвенными называют измерения, при которых искомое значение величины находят на основании зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми измерению. Например, между скоростью ведения мяча футболистом (V) и затратами энергии (E) существует зависимость типа:

$$V = 1,683 + 1,322 \times X,$$

где V — затраты энергии в ккал; X — скорость ведения мяча.

Если спортсмен ведет мяч с $V = 6$ м/с, то $E = 9,6$ ккал/мин.

Прямым способом, например, измерить МПК сложно, а время бега — легко, поэтому время бега измеряют, а МПК — рассчитывают.

Следует помнить, что никакое измерение не может быть выполнено абсолютно точно, и результат измерения всегда содержит в себе ошибку. Необходимо стремиться к тому, чтобы эта ошибка была разумно минимальна. Напомним, что результаты контроля являются основой для планирования нагрузок: если точно измерили показатели, то и точно спланировали дальнейшую физическую нагрузку и наоборот. Знание точности измерений — обязательное условие, поэтому в задачу измерений входит не только нахождение самой величины, но и оценка допущенных при этом погрешностей (ошибок).

6.2. Систематические и случайные ошибки измерений

Ошибки измерений подразделяются на систематические и случайные.

Величина *систематических ошибок* одинакова во всех измерениях, проводящихся одним и тем же методом с помощью одних и тех же измерительных приборов. Различают четыре группы систематических ошибок.

1. Ошибки, причина возникновения которых известна и величина которых может быть определена достаточно точно. Например, при определении результата возможен выход из строя прибора измерения под воздействием температуры воздуха. В этом случае результат изменения может быть неверно оценен, а значит, следует ввести *поправки* в полученный результат.

2. Ошибки, причина возникновения которых известна, а величина нет. Такие ошибки зависят от класса точности измерительной аппаратуры. Например, если класс точности динамометра для измерения силовых качеств спортсменов составляет 2, 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 из измерений нельзя.

3. Ошибки, происхождение которых и величина неизвестны. Обычно они проявляются в сложных измерениях, когда не удается учесть все источники возможных погрешностей.

4. Ошибки, связанные не столько с процессом измерения, сколько со свойствами объекта измерения. Как известно, объектами измерений в спортивной практике являются действия и движения спортсмена, его социальные, психологические, биохимические и т.п. показатели. Измерения такого типа характеризуются определенной вариативностью, и в ее основе может быть множество причин. Рассмотрим следующий пример. Предположим, что при измерении времени ложной реакции хоккеистов используется методика, суммарная систематическая погрешность которой по первым трем группам не превышает 1%. Но в серии повторных измерений конкретного спортсмена получаются 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 (субъективных критериев).

Систематический контроль за спортсменами позволяет определить меру их стабильности и учитывать возможные погрешности измерений.

В некоторых случаях ошибки возникают по причинам, предсказать которые заранее попросту невозможно. Такие ошибки называются *случайными*. Выявляют и учитывают их с помощью математического аппарата теории вероятностей.

Перед проведением любых измерений нужно определить источники систематических погрешностей и по возможности устранить их. Но так как полностью это сделать нельзя, то внесение поправок в результат измерения позволяет исправить его с учетом *систематической погрешности*.

Для устранения систематической погрешности используют несколько способов:

— *тарирование* — проверка показаний измерительных приборов путем сравнения их с показаниями эталонов во всем диапазоне возможных значений измеряемой величины;

— *калибровка* — определение погрешностей и величины поправок, при котором проводится сверка какой-либо одной точки шкалы измерительного прибора с эталоном;

— *рандомизация* — превращение системной погрешности в случайную. Достигается это тем, что измерение изучаемой величины происходит несколько раз, при этом изменяют условия проведения — основного фактора, влияющего на результат. После чего результаты измерений усредняются.

6.3. Абсолютные и относительные ошибки измерений

Как было сказано выше, результат измерения любой величины отличается от истинного значения. Это отличие, равное разности между показанием прибора и истинным значением, называется *абсолютной погрешностью* измерения, которая выражается в тех же единицах, что и сама измеряемая величина:

$$\Delta A = A - A_0,$$

где ΔA — абсолютная погрешность; A — показатель прибора; A_0 — истинное значение.

Действительная относительная погрешность определяется как отношение абсолютной погрешности к истинным значениям измеряемой величины и выражается формулой:

$$\Delta A \partial = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\%,$$

где $\Delta A \partial$ — действительная погрешность; ΔA — абсолютная погрешность; A_0 — истинное значение.

При проведении комплексного контроля, когда измеряются показатели разной размерности, целесообразнее пользоваться не абсолютной, а *относительной погрешностью*. Она определяется как отношение абсолютной погрешности к максимально возможному значению измеряемой величины и представлена следующей формулой:

$$\Delta An = \frac{\Delta A}{A_{max}} \times 100\%,$$

где ΔAn — относительная погрешность; ΔA — абсолютная погрешность; A_{max} — максимальное значение.

В тех случаях, когда оценивается не погрешность самого измерения, а погрешность измерительного прибора, за максимальное значение измеряемой величины принимают предельное значение шкалы прибора. При таких расчетах полученное значение, выраженное в процентах, определяет класс точности прибора в нормальных условиях работы.

Целесообразность применения A_0 связана со следующими обстоятельствами. Предположим, что мы измеряем время с точностью до 0,1 с (абсолютная погрешность). При этом если речь идет о беге на 10 000 м, то точность вполне приемлема. Но измерять с такой точностью время реакции нельзя, так как величина ошибки почти равна измеряемой величине (время простой реакции равняется 0,12—0,20 с). В связи с этим нужно сопоставить величину ошибки и саму измеряемую величину и определить относительную погрешность.

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

Подставив эти значения в приведенные выше формулы, получим:

$\Delta A = 150 - 162 = 12$ уд/мин — абсолютная погрешность;

$A_0 = (12:150) \times 100\% = 8\%$ — относительная погрешность.

Контрольные вопросы

1. Понятие об измерении и единицах измерения.
2. Шкалы измерений.
3. Основные, дополнительные, производные единицы СИ.
4. Размерность производных величин.
5. Понятие о точности измерений и погрешностях.
6. Виды погрешностей (абсолютная, относительная, систематическая и случайная).
7. Понятие о классе точности прибора, тарировке, калибровке и рандомизации.

ЛЕКЦИЯ 3

Основы теории тестов

1. Основные понятия и требования к тестам.
2. Характеристика надежности тестов.
3. Стабильность, согласованность и эквивалентность тестов.
4. Информативность теста.

1. Основные понятия и требования к тестам

В результате занятий ФКиС происходят изменения в организме человека, которые необходимо контролировать. Измерение, которое проводится с целью оценки состояния человека или его способностей называется *тестом*. Термин в переводе с английского означает «проба» или «испытание».

Не всякое измерение может являться тестом, а только то, которое отвечает специальным требованиям:

- 1) стандартность процедуры тестирования — должны соблюдаться одинаковые условия и правила во всех случаях использования теста;
- 2) надежность и информативность теста;
- 3) наличие системы оценок.

Если тест является надежным и информативным он называется *добротным*, или *аутентичным* (греч. *authentikos* — достоверный).

Процедура выполнения теста называется *тестированием*; полученное в итоге числовое значение — *результатом теста*. Например, бег 100 м — это тест, процедура проведения забегов и хронометража — тестирование, время забега — результат теста.

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

Группа тестов, преследующая единую конечную цель называется *батареей тестов*, например, оценка состояния спортсмена в соревновательном периоде тренировки.

Проводя тест, необходимо продумывать процедуру тестирования, оговаривать все условия проведения тестов и строго их соблюдать при повторном тестировании.

2. Характеристика надежности тестов

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

Один и тот же тест, примененный к одним и тем же испытуемым, должен давать в равных условиях совпадение результатов (если только не изменились сами испытуемые). Однако при самой строгой стандартизации и точной аппаратуре результаты тестирования всегда несколько *варьируют*. Например, спортсмен, только что прыгнувший в длину с места на 260 см, в следующем прыжке показывает лишь 255 см.

Причины, вызывающие вариацию:

1) изменение состояния испытуемых (утомление, вработывание, изменение мотивации, концентрации внимания и т.п.);

2) неконтролируемые изменения внешних условий и аппаратуры (температура, ветер, влажность, напряжение в электросети, присутствие посторонних лиц и т.п.) — все то, что объединяется термином «случайная ошибка измерения»;

3) изменение состояния человека, проводящего или оценивающего тест и, конечно, замена одного экспериментатора другим;

4) несовершенство теста (есть такие тесты, которые заведомо малонадежные), например, если исследуемые выполняют штрафные броски в баскетбольную корзину, то даже баскетболист, имеющий высокий процент попаданий, может случайно ошибиться при первых бросках.

3. Стабильность, согласованность и эквивалентность тестов

Говоря о надежности тестов, необходимо различать их стабильность, согласованность и эквивалентность.

Стабильность тестов — это такая разновидность надежности, которая проявляется в степени совпадения результатов тестирования, когда первое и последующие измерения разделены определенным временным интервалом. Повторное тестирование обычно называют *ретестом*.

Высокая стабильность теста свидетельствует о сохранении приобретенного в ходе тренировок технико-тактического мастерства, двигательных и психических качеств. Стабильность теста прежде всего зависит от содержания тренировочного процесса: при исключении (или уменьшении), например, силовых упражнений результаты ретеста, как правило, уменьшаются. Кроме того, на стабильность влияют также: сложность теста и длительность временного интервала между тестом и ретестом. Для количественной оценки стабильности используется дисперсионный анализ по той же схеме, что и в случае расчета обычной надежности.

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

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

В случае *инструментальной регистрации* (например, времени бега на 30 м с помощью фотоэлектронных устройств) *не должно быть несовпадения результатов у разных специалистов*. Но на самом деле такое бывает, и вовсе не потому, что один специалист хорошо владеет навыками измерений, а другой плохо (такая ситуация вообще недопустима). Некоторые

экспериментаторы более требовательны, умеют лучше мотивировать спортсменов, и это сказывается на результатах. Вот этот вклад «личностных» качеств специалиста в результат теста и оценивается по коэффициенту согласованности. Он также рассчитывается с помощью дисперсионного анализа.

В случае *качественной оценки* результатов теста (особенно если тест — сложнокоординационное упражнение) отклонения их значений могут быть большими. Причина — *невозможность строго стандартизировать процедуру оценки*, разные возможности восприятия качественных особенностей движения у специалистов.

Эквивалентность тестов. Одно и то же двигательное качество (способность, сторону подготовленности) можно измерить с помощью нескольких тестов, которые называются *эквивалентными*. 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 лежа, количеству подъемов штанги в положении лежа на спине.

Эквивалентность тестов определяется следующим образом: спортсмены выполняют одну разновидность теста и затем, после небольшого отдыха, вторую и т.д. Если результаты оценок совпадают (например, лучшие в подтягивании оказываются лучшими и в отжимании), то это свидетельствует об эквивалентности тестов. Коэффициент эквивалентности определяется с помощью корреляционного или дисперсионного анализа.

Гомогенным называется комплекс из нескольких эквивалентных тестов. С их помощью можно дать оценку изучаемому свойству или качеству спортсмена. Например, комплекс, состоящий из прыжков с места, в длину, вверх будет гомогенным. Если нужно провести углубленное и быстрое обследование, то лучше применить гомогенный комплекс.

Во всех остальных случаях целесообразнее использовать *гетерогенные* комплексы: они состоят из неэквивалентных тестов. Например, гетерогенной батареей тестов будет подтягивание на перекладине, бег на 100 м и 1500 м, прыжки на скакалке и т.д.

Не существует универсальных гомогенных или гетерогенных комплексов.

Пути повышения надежности:

1. Более строгая стандартизация тестирования.
2. Увеличение числа попыток.
3. Увеличение числа экспертов и повышение согласованности их мнений.
4. Увеличение числа эквивалентных тестов.
5. Лучшая мотивация испытуемых.

4. Информативность теста

Информативность теста — это степень точности, с какой он измеряет свойство (качество, способность, характеристику и т.п.), для оценки которого используется. Информативность нередко называют *валидностью* (от англ. validity — обоснованность, действительность, законность).

Если говорить об оценке подготовленности спортсменов, то наиболее информативным показателем является результат в соревновательном упражнении. Он зависит от большего количества факторов, и один и тот же результат в соревновательном упражнении могут показывать люди, заметно отличающиеся друг от друга по структуре подготовленности. Например, спортсмен с отличной техникой плавания и относительно невысокой физической работоспособностью и спортсмен со средней техникой, но с высокой работоспособностью будут соревноваться одинаково успешно (при прочих равных условиях).

Для выявления ведущих факторов, от которых зависит результат в соревновательном упражнении, используются информативные тесты. Различают *два вида информативности*: логический (содержательный) и эмпирический (опытный).

Логический вид информативности чаще всего используется в видах спорта, где нет четкого количественного критерия. Он содержит качественную оценку результатов теста и определяется при помощи логических рассуждений. Например, в спортивных играх логический анализ фрагментов игры позволяет сначала сконструировать специфический тест, а затем проверить его информативность.

Эмпирический вид информативности позволяет сравнить результаты теста с некоторыми критериями. В качестве критерия могут быть выбраны:

- 1) спортивный результат, ранг спортсмена в команде;
- 2) количественная оценка спортивного упражнения (например, сила отталкивания в прыжках, процент точных передач в футболе и т.д.);
- 3) результаты другого теста, информативность которого доказана;
- 4) принадлежность к определенной группе. Например, можно сравнивать мастеров спорта и спортсменов низших разрядов; принадлежность к одной из этих групп является критерием;
- 5) составной критерий — сумма очков, набранная при выполнении комплекса тестов (в многоборье).

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

Контрольные вопросы

1. Понятие о тесте и батарея тестов.
2. Основные статистические требования к тестам.
3. Понятие о надежности теста.
4. Разновидности надежности теста и пути ее повышения.
5. Понятие об информативности теста и ее виды.

ЛЕКЦИЯ 4

Основы теории педагогических оценок

1. Основные понятия педагогических оценок.
 - 1.1. Задачи оценивания.
 - 1.2. Требования к оценкам.
2. Спортсмен как объект измерения.
3. Характеристика шкал педагогических оценок.
 - 3.1. Типы шкал педагогических оценок.
 - 3.2. Виды шкал педагогических оценок.
4. Нормы оценок.

1. Основные понятия педагогических оценок

Спортивные достижения принято выражать в абсолютных числах, т.е. в разных единицах измерений (секунды, метры и т.п.). Сами по себе результаты не указывают на то, насколько удовлетворительно состояние спортсмена, не позволяют сравнить показатели разных спортсменов или оценить суммарный результат по разным видам спорта (например, многоборье). Поэтому результаты или показатели переводят в относительные числа (оценки, очки, баллы, отметки, разряды и т.п.).

Процесс перевода абсолютных величин в относительные называется *оцениванием*, а полученные относительные числа — *оценками*.

Оценкой называется унифицированная мера успеха в каком-либо задании (тесте).

Последовательность действий при оценивании видна из приведенной схемы, в которую включены этапы тестирования и измерения результатов теста (рис. 4). Не во всех случаях оценивание происходит по такой развернутой схеме. Очень часто промежуточное и итоговое оценивание сливаются. На итоговую оценку влияет квалификация спортсмена или уровень физической подготовленности ученика, состояние организма, условия проведения исследования.

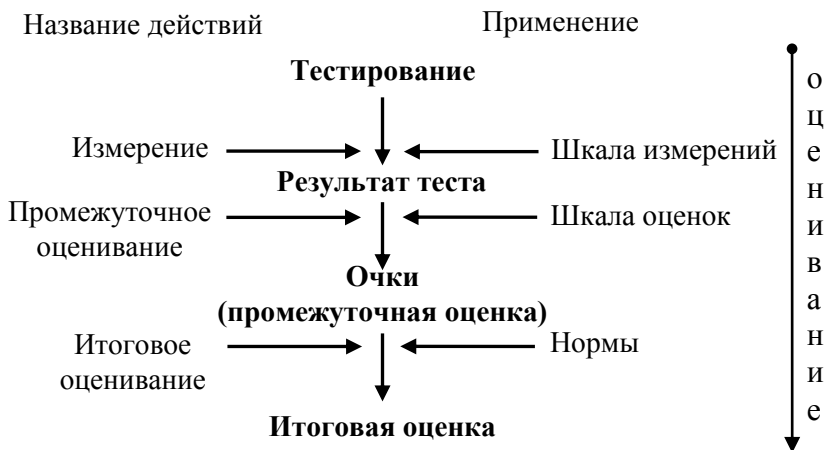


Рис. 4. Схема оценивания спортивных результатов и результатов тестов

Различают *учебные* оценки, которые выставляют преподаватели ученикам, студентам по ходу учебного или учебно-тренировочного процесса, и *квалификационные*, под которыми понимают все прочие виды оценок (в частности, результаты официальных соревнований, тестирования и др.).

1.1. Задачи оценивания

1) Сопоставить разные достижения в одном и том же задании (тесте, спортивной дисциплине, упражнении, виде многоборья). Например, необходимо сопоставить спортивные результаты, равные норме мастера спорта и I разряда. Ставится задача: сколько перворазрядных результатов соответствует одному результату мастера спорта?

2) Сопоставить достижения в разных заданиях, в разных видах спорта. Происходит уравнивание оценок за достижения одинаковой трудности в разных видах спорта (например, равенство разрядных норм — КМС в волейболе, водном поле, легкой атлетике и т.п.).

Спортивные достижения с одинаковыми трудозатратами называются *эквивалентными*.

3) Определить нормы. В отдельных случаях нормы совпадают с градациями шкалы, например, в школьных оценках.

1.2. Требования к оценке

1) Педагогическая оценка должна быть объективной и справедливой:

а) достижения равной трудности оцениваются одним количеством очков;

б) чем выше трудность задания, тем выше оценка.

2) Оценка должна приводить к практически полезным результатам.

2. Спортсмен как объект измерения

Спортсмен, с позиции исследователя, может быть рассмотрен как сложный объект измерения. От привычных, стандартных объектов измерения его отличает прежде всего изменчивость, многомерность, качественность, адаптивность и подвижность.

Изменчивость — непостоянство переменных величин, характеризующих состояние спортсмена и его деятельность. Постоянному изменению подвержены все показатели спортсмена: физиологические, морфоанатомические, биомеханические, динамические, психофизиологические и др. Изменчивость указывает на необходимость проведения повторных измерений и их обработку методами математической статистики.

Многомерность — большое число переменных, которое нужно одновременно измерять, для того чтобы точно охарактеризовать состояние и деятельность спортсмена. Наряду с переменными о состоянии спортсмена — «выходными данными» следует контролировать и «входные данные» — влияние внешней среды на спортсмена (интенсивность физических и психических нагрузок, концентрация кислорода во вдыхаемом воздухе, температура, влажность и пр.).

Качественность определяет качественный характер при полном отсутствии точной количественной меры. Физические качества спортсмена, свойства личности, группы, качества инвентаря и многие другие факторы спортивного результата, еще

не поддающиеся точному измерению, тем не менее должны быть оценены как можно точнее. Без такой оценки затруднен дальнейший прогресс как в спорте высших достижений, так в массовой физической культуре, нуждающейся в контроле за состоянием здоровья и нагрузками занимающихся.

Адаптивность — свойство человека приспосабливаться к окружающим условиям. Адаптивность лежит в основе обучаемости и дает возможность освоить новые элементы двигательных действий и выполнить их в обычных и усложненных условиях. Однако часто усложняет задачи спортивных измерений, поскольку при многократных обследованиях спортсмен привыкает к процедуре и по мере повторения способен улучшать результаты, хотя функциональные показатели остаются неизменными.

Подвижность — способность 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. Для уменьшения такого рода ошибок сегодня учеными успешно разрабатываются современные технические приборы, способные работать в различных средах (воздушной, водной, при низких температурах и пр.) и с помощью беспроводных датчиков регистрировать различного рода показатели.

Неполная наблюдательность характеризует ситуацию, когда не все показатели могут быть измерены непосредственно, т.е. когда изучаемые показатели не могли быть оценены в рамках одного исследования или их могли не учесть.

3. Характеристика шкал педагогических оценок

Оценивание осуществляется с применением определенных математических правил и отражается в шкале оценок, которая позволяет выявить, скольким очкам (баллам) соответствует определенное число единиц спортивного результата. Таким образом, процесс оценивания представляет собой перевод абсолютных показателей в относительные посредством шкалы оценок.

Шкалой оценок называют закон преобразования спортивных результатов в очки. Шкала оценок может быть представлена: таблицей, графиком функции, математической формулой.

3.1. Типы шкал педагогических оценок

В ФКиС принято выделять четыре основных типа шкал оценок:

1. **Пропорциональная шкала** предполагает начисление одинакового числа очков за равный прирост результата (например, за каждые 0,1 с улучшения результата в беге на 100 м начисляют 20 очков); принята в современном пятиборье, конькобежном спорте, биатлоне (рис. 5).

2. **Регрессирующая шкала** — за один и тот же прирост результата начисляют по мере возрастания спортивных достижений все меньшее число очков. Шкалы такого типа приняты в некоторых видах легкоатлетических прыжков и метаний, т.к. *существуют физиологические границы возможностей организма спортсмена* (рис. 6).

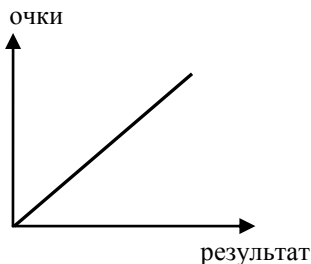


Рис. 5. Пропорциональная

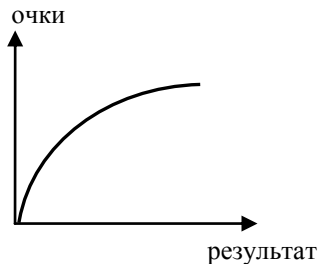


Рис. 6. Регрессирующая



Рис. 7. Прогрессирующая

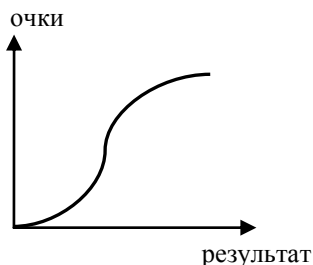


Рис. 8. Сигмовидная

3. **Прогрессирующая шкала** — чем выше спортивный результат, тем большей прибавкой очков оценивается его улучшение, например, в плавании, в отдельных видах тяжелой и легкой атлетики (рис. 7).

4. **Сигмовидная шкала** (или S-образная) — улучшение результатов в зонах очень низких и очень высоких достиженийощряется скупое; больше всего очков приносит прирост результатов в средней зоне достижений. В спорте такие шкалы не используются, но они широко применяются для оценке физической подготовленности (рис. 8).

3.2. Виды шкал педагогических оценок

1. Стандартная шкала.

В основе ее лежит пропорциональная шкала, а масштабом в них служит стандартное (σ — среднеквадратическое) отклонение. Простейшей стандартной шкалой является *Z-шкала*.

Средний результат оценивается в ноль очков, результаты ниже среднего получают отрицательные очки. Из-за отрицательных значений шкала неудобна и используется редко. В дальнейшем широкое распространение получили ее модификации.

$$Z = \frac{Xi - \bar{X}}{\sigma},$$

где Xi — оцениваемый результата; \bar{X} — средняя величина; σ — стандартное отклонение величины X .

Наиболее популярной среди стандартных является *T-шкала*. Здесь средняя величина приравнивается к 50 очкам, а стандарт — к 10 очкам, и расчет суммы баллов ведется по формуле:

$$T = 50 + 10 \times Z$$

или

$$T = 50 + 10 \times \frac{Xi - \bar{X}}{\sigma},$$

где T — сумма баллов или очков; Xi — оцениваемый результат; \bar{X} — средняя величина; σ — стандартное отклонение величины X .

Например, если средняя величина в прыжках в длину с места 234 см, а стандартное отклонение составило ± 18 см, то за результат 225 см начисляется 45 очков:

$$T = 50 + 10 \times \frac{225 - 234}{18} = 45 \text{ (очков)}.$$

При массовых обследованиях, когда не требуется большой точности (групп здоровья), можно использовать так называемую *C-шкалу*, описываемую формулой:

$$C = 5 + 2 \times \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}.$$

Шкала-Н — школьных отметок: $H = 3 - Z$;

Шкала-В (Бинэ) при психологических обследованиях:

$$B = 100 + 16 \times Z.$$

2. Перцентильная шкала.

В основе шкалы лежит операция: каждый спортсмен из группы получает за свой результат (в соревнованиях или тесте) столько очков, сколько процентов спортсменов он опередил. Таким образом, оценка победителя — 100 очков, оценка последнего — 0 очков. Перцентильная шкала пригодна для оценки результатов больших групп спортсменов. Как правило, очень высокие и низкие результаты показывают единицы из группы, а средние — большинство.

Главным достоинством шкалы является ее простота. Здесь не применяются формулы, единственное, что нужно вычислить, — какое количество результатов спортсменов укладывается в один *перцентиль* — интервал шкалы (или сколько перцентилей приходится на одного человека). При 100 спортсменах в одном перцентиле один результат; при 50 — один результат укладывается в два перцентилля (т.е. если спортсмен обошел 30 человек, он получает 60 очков).

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

3. Шкалы выбранных точек.

Если известно статистическое распределение результатов теста, то с помощью описанных выше шкал можно дать среднюю оценку изучаемого параметра.

При разработке таблиц по видам спорта берут какой-нибудь высокий спортивный результат (например, мировой рекорд или 10-й результат в истории данного вида спорта) и приравнивают его, например, к 1 000 очкам. Затем на основе результатов массовых измерений определяют среднее достижение группы слабо подготовленных лиц и приравнивают его, например, к 100 очкам. После этого, используя пропорциональную шкалу, остается выполнить график — ведь две точки определяют прямую линию. Шкала, построенная таким образом, называется *шкалой выбранных точек*.

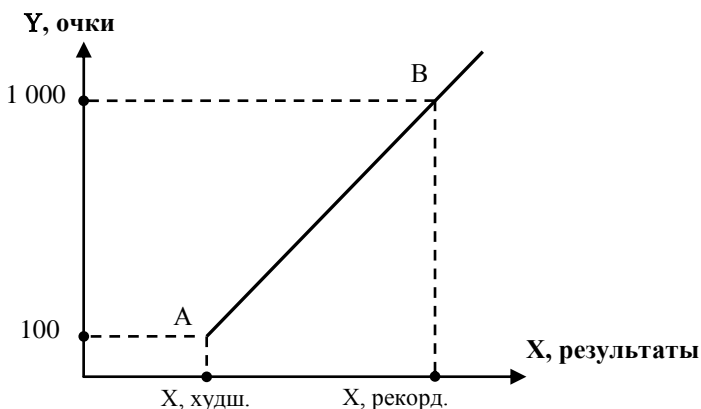


Рис. 9. График шкалы выбранных точек

Для примера рассмотрим построение шкалы выбранных точек на основе данных *мирового табеля о рангах спортсменов по итогам выступления в течение года*. В нем мировым рекордам во всех видах спорта дается наивысшая сумма баллов — 1 000 очков, а худшие результаты оцениваются в 100 очков. Используя принцип построения пропорциональных шкал, строится график шкалы выбранных точек, представленный на рисунке 9.

4. Шкала ГЦОЛИФКа.

В практике спорта тренеры постоянно сталкиваются с проблемой оценки результатов повторного тестирования одного и того же спортсмена в разные периоды цикла или этапа подготовки. При повторном тестировании, через большой временной интервал, не удастся строго обеспечить постоянных условий. Для этой цели кафедрой биомеханики ГЦОЛИФКа была предложена шкала, выраженная в формуле:

$$K = \left(1 - \frac{\text{лучший результат} - \text{оцениваемый результат}}{\text{лучший результат} - \text{худший результат}} \right) \times 100.$$

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.

Спортсмен, показавший лучший результат, по шкале ГЦОЛИФКа всегда получает 100 очков, занявший же последнее место очков не получает. Шкала ГЦОЛИФК относится к сигмовидным шкалам.

Оценка комплекса тестов. Если спортсмены проходят измерения в батарее тестов, то оценивание можно проводить двумя способами.

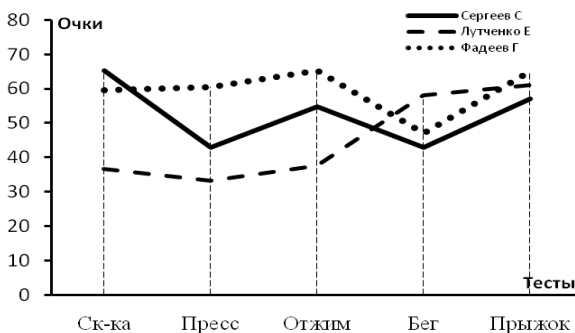


Рис. 10. Профиль физической подготовленности спортсменов

1) Общая оценка по всему комплексу тестов не выводится, для анализа используются оценки, полученные отдельно по каждому тесту. В таких случаях результаты тестирования представляют в виде графика, называемого *профилем* (рис. 10).

2) Выводится итоговая оценка по всему комплексу тестов:

— суммируют оценки по отдельным тестам, входящим в батарею тестов (так выводятся итоговые оценки в многоборье);

— оценки, полученные за отдельные виды, сначала умножаются на коэффициенты веса (различные для каждого теста) затем складываются. Такая итоговая оценка по комплексу тестов называется *взвешенной*, ее используют когда необходимо усилить значение отдельных видов.

4. Нормы оценок

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

В спортивной метрологии различают *три вида норм*:

— сопоставительные,

— индивидуальные,

— должные.

Сопоставительные нормы устанавливаются после сравнения достижений людей, принадлежащих к одной и той же совокупности. Сопоставительные нормы ранжируют людей внутри совокупности, но ничего не говорят о совокупности в целом. Эти нормы можно самостоятельно разрабатывать на основе показателей средних величин и стандартов.

Процедура определения сопоставительных норм:

1. Выбирается совокупность людей (например, студенты спортивных вузов страны).

2. Определяются их достижения в комплексе (батарее) тестов.

3. Определяются средние величины и стандартные (среднеквадратические) отклонения.

4. Значение $X_{ср} \pm 0,5\sigma$ принимается за среднюю норму, а остальные градации (низкая — высокая, очень низкая, очень высокая) — в зависимости от коэффициента при σ . Например, значение результата в тесте свыше $X_{ср} + 2\sigma$ считается «очень высокой»

нормой. В таблице 3 показан расчет норм оценок для показателей различных тестов, который при желании может быть выполнен для любой совокупности.

Таблица 3

Таблица расчета сопоставительных норм

оценка нормы		границы групповых норм	процент результатов	
словесная	в баллах		теорет.	практ.
рекордная	5	$x_i \geq \bar{X} + 2\sigma$	2%	
хорошая	4	$\bar{X} + 0,5\sigma \leq x_i < \bar{X} + 2\sigma$	29%	
нормальная	3	$\bar{X} - 0,5\sigma \leq x_i < \bar{X} + 0,5\sigma$	38%	
удовлетворительная	2	$\bar{X} - 2\sigma \leq x_i < \bar{X} - 0,5\sigma$	29%	
неудовлетворительная	0	$x_i < \bar{X} - 2\sigma$	2%	

Возрастные нормы относятся к сопоставительным. Типичным примером являются нормы комплексной программы физического воспитания учащихся школ. Существует два варианта определения возрастных норм:

1. Для людей каждого возраста составляется обычным способом одна из шкал оценок (перцентильная шкала или Т-шкала) и затем с ее помощью выводят нормы.

2. Определяется биологический (двигательный) возраст, который соответствует среднему календарному возрасту людей, показавших данный результат. Если двигательный возраст опережает календарный, то таких детей называют акселератами, если отстает от него — ретардантами. Например, если три мальчика в возрасте 7, 8, 9 лет (это календарный возраст) прыгнули в длину с места на 140 см, то первый из них акселерат, третий — ретардант, а у второго двигательный возраст соответствует календарному. Случается, что по одним показателям ребенок относится к акселератам, а по другим — к ретардантам.

Индивидуальные нормы основаны на сравнении показателей одного и того же спортсмена в разных состояниях. Эти нормы имеют важное значение для индивидуализации тренировки во всех видах спорта. Одинаковые результаты в соревнованиях показывают люди, резко отличающиеся по размерам тела, физической работоспособности. В этих условиях ориентироваться на сопоставительные нормы нельзя. Градация индивидуальных норм устанавливается с помощью тех же статистических процедур. За среднюю норму здесь можно принять показатели тестов, соответствующие среднему результату в соревновательном упражнении.

Должные нормы устанавливаются на основании требований, которые предъявляют человеку условия жизни. Основаны на анализе того, что должен уметь делать человек, чтобы успешно справляться с задачами профессиональной, производственной и прикладной деятельности.

Различают три вида пригодности норм:

Релевантность называется пригодность норм только для той совокупности, для которой они разработаны. Например, нормы, разработанные на основе обследования детей России, нельзя механически переносить на детей Средней Азии.

Репрезентативность отражает пригодность норм 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.

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.

Контрольные вопросы

1. Характеристика педагогической оценки.
2. Основные положения измерений состояний спортсмена.

3. Типы шкал педагогических оценок.
4. Статистические виды шкал педагогических оценок.
5. Нормы педагогических оценок.
6. Разновидности пригодности норм.

ЛЕКЦИЯ 5

Методы количественной оценки качественных показателей

1. Основные понятия квалиметрии.
2. Метод экспертных оценок.
3. Метод анкетирования.

1. Основные понятия квалиметрии

Качественными называются показатели, не имеющие определенных единиц измерения. *Квалиметрия* (от лат. *qualitas* — качество, *metron* — мера) изучает и разрабатывает количественные методы оценки качественных показателей.

В основе квалиметрии лежат 4 исходных положения:

1. Качество зависит от ряда свойств: необходимо найти составляющие элементы данного качества, оценить их, затем дать оценку всему показателю.
2. Любое качество или его элементы можно измерить с помощью экспертов, применив специально разработанные шкалы.
3. Каждое свойство (качество) определяется двумя числами: *относительным показателем K* и *вместимостью M* . *Относительный показатель* характеризует выявленный уровень измеряемого свойства, а *вместимость* — сравнительную важность разных показателей.
4. Сумма вместимостей свойств на каждом уровне равна 1 (или 100%).

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.

Методы квалиметрии делятся на 2 группы:

— *эвристические (интуитивные)* основаны на экспертных оценках и анкетировании;

— *инструментальные* основаны на применении технических средств.

2. Метод экспертных оценок

Экспертные методы применимы, когда выбор и обоснование оценки результата не могут быть выполнены на основании точных измерений и расчетов.

Экспертной называется оценка, получаемая путем опроса мнений специалистов. Экспертиза бывает индивидуальной и групповой.

Как правило, экспертное оценивание, или экспертиза, проводится в виде *опроса* или *анкетирования* группы экспертов.

Этапы проведения экспертизы:

- 1) формирование ее цели и задач;
- 2) отбор экспертов;
- 3) выбор методики и составление плана экспертизы;
- 4) проведение опроса экспертов;
- 5) анализ и обработка полученной информации.

Наиболее важным является ***этап отбора экспертов***, так как достоверные данные можно получить не от всякого специалиста. Экспертом может стать 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.

Подготовка и проведение экспертизы

Существует несколько способов проведения экспертизы.

1. *Метод предпочтения (ранжирование)*. Эксперты расставляют оцениваемые объекты по *рангам* в порядке ухудшения их качества. Место, занятое каждым объектом, определяется числом набранных баллов: чем больше сумма баллов, тем выше занятое место. С помощью ранжирования возможно лишь определить место объекта относительно других объектов, подвергшихся экспертизе, но оценить, насколько далеко эти объекты стоят друг от друга, невозможно. В качестве примера в таблице 4 представлены показатели спортсменок и их оценка судьями с помощью метода предпочтений.

Таблица 4

**Показатели выступления спортсменок
по художественной гимнастике**

№	Ф.И.О.	Эксперты (судьи)					Место
		1	2	3	4	Σ	
1.	Дмитриева О.	10	9	10	9	38	II
2.	Казнина Г.	7	8	8	7	30	III
3.	Мишина А.	10	10	10	10	40	I
4.	Орлова В.	5	7	7	6	25	V
5.	Каткалева Е.	6	7	7	8	28	IV

2. *Метод непосредственной оценки*. Эксперт помещает каждый объект в определенный оценочный интервал.

Так, например, группе экспертов дано задание — оценить перспективы совершенствования методики тренировки. Для этого руководитель экспертизы предложил им, используя 10-балльную шкалу, определить значимость каждого фактора и выразить это в оценках. Фактор считался оцененным, если ему присваивался конкретный числовой балл. Данные такой непосредственной оценки представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Экспертная оценка факторов совершенствования
тренировочного процесса**

№	Факторы совершенствования тренировочного процесса	Оценка экспертов					Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Увеличение общего объема тренировочной нагрузки	1	3	2	3	4	13
2.	Увеличение объема специальных упражнений	7	6	5	8	7	33
3.	Увеличение объема координационных упражнений	9	8	7	8	9	41
4.	Увеличение объема смешанной направленности	6	5	4	7	7	29

3. *Метод последовательного сравнения факторов.* Производится сравнение объектов экспертизы:

- 1) сначала 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 восходить по значимости все остальные. Если да, то оценка 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.

4. *Метод парного сравнения* основан на попарном сравнении всех объектов. При этом устанавливается в каждой сравниваемой паре объектов наиболее весомый — он оценивается баллом 1, второй объект этой пары оценивается в 0 баллов. Эксперты заполняют специальную таблицу — матрицу парных сравнений (см. табл. 6). Каждая клетка таблицы относится к двум сравниваемым объектам и в ней проставляется оценка (1 или 0).

Таблица парного сравнения результатов

№	1	2	3	4	5	Σ	место
1		1	1	1	1	4	I
2	0		1	1	1	3	II
3	0	0		0	0	0	V
4	0	0	1		1	2	III
5	0	0	1	0		1	IV

3. Метод анкетирования

Анкетированием называется метод сбора мнений посредством заполнения анкет. Анкетирование наряду с интервью и беседой относится к методам опроса. Методы опроса позволяют получать информацию о мнениях людей, мотивах поведения, намерениях и т.д., то есть обо всем, что пока еще не может быть установлено при помощи инструментальных методов измерения. По отношению к методу экспертных оценок анкетирование играет служебную роль, но имеет и самостоятельное значение, если речь идет о сборе массовых мнений. В отличие от интервью и беседы, анкетирование предполагает письменные ответы респондента (англ. respondent — отвечающий) — лица, заполняющего анкету, — на систему стандартизированных вопросов.

Применяется несколько вариантов анкетирования: групповое и индивидуальное, очное и заочное, персональное и анонимное.

Анкета, как правило, состоит из двух частей: демографической и основной. Вопросы демографического характера рекомендуется помещать в конце анкеты. В основную часть анкеты включают следующие вопросы: открытые (свободные) и закрытые, безусловные и условные, прямые и косвенные.

От составителя анкеты требуется высокая профессиональная компетентность, безупречная грамотность, такт. Вопросы должны быть лаконичны и точны, они должны соответствовать образовательному уровню респондентов. Желательно в начале анкеты расположить нетрудные вопросы, которые могли бы заинтересовать респондентов, а основную часть вопросов «по существу» поместить в середине анкеты.

Качество анкетирования повысится, если до начала опроса подвергнуть составленную анкету экспертной оценке и усовершенствовать ее в соответствии с высказываниями экспертов.

Контрольные вопросы

1. Основные положения квалиметрии в ФКиС.
2. Особенности метода экспертных оценок.
3. Способы проведения экспертизы в спорте.
4. Метод анкетирования и его применение в ФКиС.

ЛЕКЦИЯ 6

Метрологический контроль в физическом воспитании и спорте

1. Характеристика комплексного контроля в ФВиС.
2. Контроль за соревновательными и тренировочными нагрузками.
3. Методы контроля в спорте.
4. Контроль за технико-тактическим мастерством спортсмена.

1. Характеристика комплексного контроля в физическом воспитании и спорте

Комплексный контроль — это измерение и оценка различных показателей в циклах тренировки с целью определения уровня подготовленности спортсмена (используются педагогические, психологические, биологические, социометрические, спортивно-медицинские и другие методы и тесты).

Цель комплексного контроля — всесторонняя проверка уровня подготовленности спортсмена, проводимая во время этапных обследований, регистрация показателей физического и психического состояния, уровня технико-тактического мастерства, особенностей соревновательной деятельности.

Комплексному контролю подлежат объекты измерения в ФВиС, которые делятся на три основные группы: показатели спортивной нагрузки, показатели уровня физической подготовленности, технико-тактические показатели.

Программа комплексного контроля должна создаваться с учетом необходимости всесторонней оценки подготовленности спортсмена; при наличии минимума тестов, позволяющих получить достаточную информацию.

В батарею тестов комплексного контроля подготовленности спортсмена должны входить следующие информативные показатели:

- а) здоровье — результаты медицинских обследований, подверженность простудным заболеваниям, самочувствие;

б) телосложение (антропометрические данные) — длина и масса тела, относительные массы мышечного, жирового и костного компонентов, длины и обхваты сегментов тела;

в) двигательные качества — время реакции, быстрота стартового разгона, время достижения максимальных значений силы и скорости, предельное время работы заданной интенсивности, подвижность в суставах;

г) техническое мастерство — объем, разносторонность, рациональность, эффективность, стабильность и устойчивость техники;

д) тактическое мастерство — объем, разносторонность и рациональность тактических действий;

е) волевые качества — различия в спортивных результатах, показанных на соревнованиях с большой и малой ответственностью или в опасных и неопасных условиях.

Для проведения комплексного контроля тренеру приходится составлять три разновидности планов: план проведения тренировочного занятия; план микроцикла; план подготовки на этап (период). С помощью этих документов планирования тренер воздействует на состояние спортсмена и результат тренировочного процесса, таким образом осуществляет комплексный контроль. Различают три типа состояний систем спортсмена.

1. *Устойчивое (этапное) состояние* можно поддерживать довольно долго: недели, даже месяцы. Комплексная характеристика этапного состояния спортсмена, отражающая его возможности к демонстрации спортивных достижений, называется *подготовленностью*, а состояние оптимальной (наилучшей) подготовленности — *спортивной формой*. Этапное состояние приобретает в результате многих тренировочных занятий, воздействия которых постепенно суммируются и приводят к кумулятивному тренировочному эффекту.

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

3. *Оперативным* называется состояние спортсмена в момент выполнения упражнения или сразу после его окончания. Оно неустойчиво и быстро изменяется после отдыха между повторениями упражнений или снижения нагрузки в нем. Этими изменениями тренер может управлять, варьируя длительность, интенсивность, число повторений упражнений и интервалы отдыха.

Содержание и организация комплексного контроля каждого состояния неодинаковы. Исходя из задач управления подготовкой спортсмена различают этапный, текущий и оперативный контроль.

Цель *этапного контроля* — получить информацию, на основе которой можно составить планы подготовки на период, этап. В конце этапа (периода) проводятся измерение и оценка подготовки различных показателей соревновательной, тренировочной деятельности спортсмена, динамики нагрузок и спортивных результатов на соревнованиях или в специально организованных условиях. На основе комплексного контроля можно правильно оценить эффективность спортивной тренировки.

Целью *текущего контроля* является сбор и анализ информации, необходимой для планирования нагрузок или их коррекции в микроцикле тренировки. Дается оценка в микроциклах подготовки результатов контрольных соревнований, динамики нагрузок и их отношений, проводится регистрация и анализ повседневных изменений уровня подготовленности спортсмена, уровня развития его техники и тактики.

Цель *оперативного контроля* — экспресс-оценка состояния, в котором находится спортсмен в момент или сразу по окончании упражнения (серии упражнений), занятия; срочная оценка техники выполнения и тактики. Осуществляется контроль за оперативным состоянием спортсмена, в частности, за готовностью к выполнению очередной попытки, очередного упражнения и т.д. Он направлен на оценку реакций организма спортсмена на тренировочные или соревновательные нагрузки, качество исполнения технических приемов и комбинаций в целом.

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

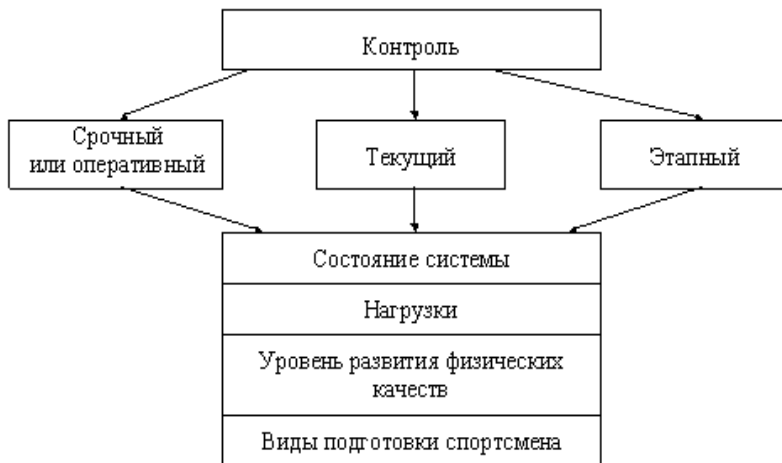


Рис. 11. Общая схема контроля в ФВиС

Комплексность контроля реализуется только тогда, когда регистрируются три группы показателей:

- 1) показатели тренировочных и соревновательных воздействий;
- 2) показатели функционального состояния и подготовленности спортсмена, зарегистрированные в стандартных условиях;
- 3) показатели состояния внешней среды.

Комплексный контроль в большинстве случаев реализуется в ходе тестирования или процедуры измерения результатов в тестах. Выделяют 3 группы тестов.

Первая группа тестов — *тесты, проводимые в покое*. К ним относят показатели физического развития и антропометрические данные (рост и масса тела, толщина кожно-жировых складок, длина и обхват рук, ног, туловища и т.д.). В покое измеряют функциональное состояние сердца: мышц, нервной и сосудистой систем. В эту же группу входят психологические тесты.

Вторая группа — это *стандартные тесты*, когда всем спортсменам предлагается выполнить одинаковое задание (например, бежать на тредбане со скоростью 5 м/с в течение 5 мин или в течение 1 мин подтянуться на перекладине 10 раз и т.д.). Специфическая особенность этих тестов заключается в выполнении

непредельной нагрузки, и поэтому мотивация на достижение максимально возможного результата здесь не нужна.

Третья группа — *тесты, при выполнении которых требуется показать максимально возможный двигательный результат*. Измеряются значения биомеханических, физиологических, биохимических и других показателей (силы, проявляемые в тесте, ЧСС, МПК, анаэробный порог, лактат и т.п.). Особенностью таких тестов является необходимость высокого психологического настроя, мотивации на достижение предельных результатов.

2. Методы контроля в спорте

В физическом воспитании и спорте рассматривают две группы методов контроля: *визуальные* и *инструментальные*.

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

Инструментальные методы контроля объективны и более точны. С их помощью, получают цифровое выражение различных характеристик и показателей действий спортсмена, изменений, происходящих в его организме при выполнении упражнений и т.п. В основе инструментальных методов контроля лежат измерительные системы.

Для *контроля за кинематическими характеристиками* (пространственными, временными, пространственно-временными) используется фото- и видеосъемка, циклография (совокупность прерывистых линий, воспроизводящих траектории звеньев движущего тела, для этого на суставах и голове спортсмена крепятся маркеры — отражатели света, маленькие лампочки, ведется съемка — регистрируются точность положения точек в пространстве).

Для *контроля за динамическими характеристиками* (инерционными, силовыми, энергетическими) используется тензоплатформы (сила отталкивания), подключенные к компьютеру.

Для контроля за функциональным состоянием используют велоэргометр. Контроль за физической подготовленностью может быть осуществлен простыми инструментальными методами.

Общая схема, иллюстрирующая соотношение между направлениями и разновидностями комплексного контроля, представлена в табл. 7.

Примечание: необходимо отметить, что значительную информацию о подготовленности спортсменов специалисты получают в ходе контроля за соревновательной и тренировочной деятельностью. Однако условия, в которых проходят соревнования и тренировки, трудно стандартизировать; кроме того, их результаты дают интегральную оценку. Тренеру же часто необходима информация об отдельных сторонах подготовленности, которую можно получить только в специально организованных стандартных условиях.

3. Контроль за спортивной нагрузкой

Спортивная нагрузка — это средство воздействия на организм спортсмена с целью повышения уровня его физической и технико-тактической подготовленности. Все то, что воздействует на организм, подлежит оценке и контролю. Принято считать, что нагрузка делится на внешнюю, отражающую все способы воздействия, и внутреннюю, показывающую сдвиги в организме спортсмена под воздействием внешней нагрузки.

Внешние нагрузки различаются по объему и интенсивности.

Объем нагрузки — это общее количество воздействий на организм спортсмена. Объем нагрузки измеряется в километрах пройденного пути, времени спортивной работы, числе повторений упражнений или отдельных элементов, количестве соревнований, в которых спортсмен принял участие и т.д.

Интенсивность нагрузки выражается объемом нагрузки на организм спортсмена в единицу времени. Интенсивность нагрузки может быть представлена темпом, или частотой действий, скоростью, ускорением, мощностью работы, плотностью занятий, количеством соревнований в месяц и т.д.

Таблица 7

Соотношение между направлениями и разновидностями комплексного контроля

Разновидность контроля	Направление контроля		
	Контроль соревновательной деятельности (СД)	Контроль тренировочной деятельности	Контроль подготовленности спортсменов
Этапный контроль	а) Измерение и оценка различных показателей на соревнованиях, завершающих определенный этап подготовки; б) анализ динамики показателей СД на всех соревнованиях этапа	а) Построение и анализ динамики характеристик нагрузки на этапе подготовки; б) суммирование нагрузок по всем показателям за этап и определение их соотношения	Измерение и оценка показателей и контроля в специально организованных условиях в конце этапа подготовки
Текущий контроль	Измерение и оценка показателей на соревновании, завершающем микроцикл тренировки (если оно предусматривается планом)	а) Построение и анализ динамики характеристик нагрузки в микроцикле тренировки; б) суммирование нагрузок по всем характеристикам за микроцикл и определение их соотношения	Регистрация и анализ повседневных изменений подготовленности спортсменов, вызванных систематическими тренировочными занятиями
Оперативный контроль	Измерение и оценка показателей на любом соревновании	Измерение и оценка физических и физиологических характеристик нагрузки упражнений, серии упражнений,	Измерение и анализ показателей, информативно отражающих изменение состояния спортсменов в момент или же

		тренировочного занятия	сразу после упражнений и занятий
--	--	------------------------	----------------------------------

Внутренняя нагрузка выражается функциональными показателями всех систем организма и указывает на состояние организма спортсмена, связанное с восприятием нагрузки и на те сдвиги, которые происходят под воздействием нагрузки с течением времени, например, ЧСС, МПК, ЖЕЛ, ПАНО, кислородный долг, кислородный запрос, процентное содержание лактата, энергетическая мощность и т.д.

Для контроля за нагрузкой имеют значение индивидуальные морфофункциональные и антропометрические характеристики спортсмена.

Контроль за уровнем *физической подготовленности* позволяет дать оценку или определить уровень развития физических качеств, среди которых основными являются быстрота, сила, выносливость, гибкость и ловкость. Интегральные показатели физических качеств оцениваются посредством тестирования. Ведущие параметры измеряются, дается оценка их состояния.

Ниже перечислены *основные физические качества спортсменов и способы их измерений и контроля*.

Быстрота — способность спортсмена выполнять определенное движение за минимальное время. Скоростные качества спортсменов проявляются в способности выполнять движения в минимальный промежуток времени. Принято выделять *элементарные и комплексные формы проявления скоростных качеств*.

Элементарные формы включают в себя время реакции, время одиночного движения, время реакции выбора, время реакции на движущийся объект, частоту (темп) локальных движений.

Комплексные формы представлены быстротой выполнения спортивных движений (временем спринтерского бега, рывков футболиста или хоккеиста, ударов боксера и т.п.).

Время реакции. Время выполнения любого упражнения обычно складывается из двух переменных: *времени реакции (ВР)* и *времени движения (ВД)*. Например, результат в беге на 100 м, равный 10,5 с, представляет собой сумму времени стартовой

реакции бегуна (0,15 с) и времени пробега дистанции (10,35 с). «Удельный вес» ВР оказывается наибольшим в тех упражнениях, где его значения сопоставимы с временем следующих за реагированием движений (наиболее типична такая ситуация в спортивных играх и единоборствах).

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

Время *простой реакции* измеряют в таких условиях, когда заранее известен и тип сигнала, и способ ответа (например, при загорании лампочки — отпустить кнопку, на выстрел стартера — начать бег). Длительность простых реакций сравнительно невелика и, как правило, не превышает 0,3 с.

В лабораторных условиях измерение ВР проводится с помощью *реакцимеров (хронорефлексометров)*. Сигнал (звуковой, световой или тактильный) должен быть стандартным. Погрешность измерительного комплекса не должна превышать единицу миллисекунды. Например, при измерении ВР на световой раздражитель должны быть стандартизованы: расстояние между спортсменом и сигналом, форма, цвет и яркость сигнала, фон, на котором предъявляется, освещенность помещения, размер и форма датчика, усилие, прикладываемое к нему, способ ответа (нажатие или отрыв).

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

Сложная реакция характеризуется тем, что тип сигнала и вследствие этого способ ответа неизвестны (такие реакции свойственны преимущественно играм и единоборствам, где ответные движения спортсмена всецело определяются действиями соперника). Зарегистрировать время такой реакции в соревновательных условиях весьма трудно.

Измерение *времени реакции на движущийся объект* проводится так: в поле зрения спортсмена появляется объект (это может быть соперник, мяч, шайба, точка на экране и т.п.), на который нужно реагировать определенным движением. Длительность таких реакций составляет 0,3—0,8 с.

Длительность реакций всех типов зависит от многих факторов — вида спорта, возраста, квалификации и состояния спортсмена в момент измерения ВР, сложности и освоенности движения, которым он реагирует на сигнал, типа сигнала и т.п. В связи с этим вариативность ВР как показателя скоростных качеств (и внутрииндивидуальная, и межиндивидуальная) оказывается весьма значительной.

Быстрота движений. Измерение времени (скорости) максимально быстрых движений осуществляется двумя способами: *ручным* (с помощью пружинного секундомера) и *автоматическим* (с помощью электромеханических спидографов, фотоэлектронных устройств, приборов, основанных на эффекте Доплера, лазеров и т.п.).

Регистрация времени пружинным секундомером наиболее проста, но имеет ряд недостатков: во-первых, погрешность ВИУ весьма значительна; во-вторых, итоговый результат зависит от ВР секундометриста, которое вариативно; в-третьих, так как результат измерения — это сумма ВР и ВД, то определить «чистое» ВД нельзя; в-четвертых, невозможно измерить мгновенное значение скорости в любой точке движения.

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

Более предпочтительной в этом смысле является *фотоэлектронная установка*. Она состоит из фотоэлементов, усилителя и регистрирующего устройства (электронных часов, осциллографа,

самописца и т.п.). Фотоэлектронные датчики располагаются в определенных точках дистанции (например, через каждые 3 м для бега на 30 м или через каждые 5 м для бега на 100 м); при пересечении линии датчиков изменяется их освещенность, и ВИУ срабатывает.

Сила есть способность преодолевать внешнее или внутреннее сопротивление за счет мышечных усилий. От уровня развития силовых качеств зависят достижения практически во всех видах спорта, и поэтому методам контроля и совершенствования этих характеристик уделяется значительное внимание. Методы контроля за силовыми качествами имеют давнюю историю. Первые механические устройства, предназначенные для измерения силы человека, были созданы еще в XVIII в.

При контроле за силовыми качествами обычно учитывают три группы показателей.

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

Различают два способа регистрации силовых качеств:

- 1) без измерительной аппаратуры (в этом случае оценка уровня силовой подготовленности проводится по тому максимальному весу, который способен поднять или удержать спортсмен);
- 2) с использованием измерительных устройств — динамометров или динамографов.

Понятие «*максимальная сила*» используется для характеристики, во-первых, абсолютной силы, проявляемой без учета времени, во-вторых, силы, время действия которой ограничено условиями движения. Например, вертикальная составляющая максимальной силы отталкивания в движении, моделирующем беговой шаг, составляет 4 000 Н; реальная же вертикальная сила отталкивания в ходьбе равна 700 Н (приблизительно 10 Н/кг массы спортсмена), в беге — 2 000 Н (или около 30 Н/кг).

Максимальная сила измеряется в специфических и неспецифических тестах. В первом случае регистрируют силовые показатели в соревновательном упражнении или упражнении, близком к нему по структуре двигательных качеств. Во втором случае чаще

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

В зависимости от способа регистрации результатом измерения может быть: максимальная статическая сила; максимальная динамическая сила.

При измерении силы в односуставных движениях фактически регистрируется ее момент, величина которого зависит от длины плеча силы и величины проявляемой силы. Поэтому точность результатов измерений оказывается тем большей, чем прочнее и стандартнее фиксируется тело спортсмена (или сустав) во время измерения. Даже небольшое изменение позы при повторных попытках может значительно изменить силовые показатели.

Так как в сгибательных и разгибательных движениях регистрируется не сила, а ее момент, то результаты измерений должны быть представлены не в ньютонах (Н) или килограммах силы (кГ), а в ньютонметрах (Нм) или килограммометрах (кГм).

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

$$F = a \times W,$$

где F — сила (результат в силовом тесте); W — масса тела; a — константа.

Градиент силы характеризует уровень развития «взрывной» силы спортсмена. Определение величины градиентов связано с измерением времени достижения максимума силы или каких-то фиксированных ее значений (0,5 F_{\max} и т.п.). Чаще всего это делается с помощью тензодинамографических устройств, позволяющих получить динамику силы.

Анализ градиентов силы позволяет установить причины различий в соревновательных движениях у спортсменов с одинаковым уровнем абсолютной силы.

Импульс силы характеризует силовые возможности при ударе и отличается минимальным временем действия силы. Этот показатель определяет силовые качества в ударных движениях.

Контроль за силовыми качествами без измерительных устройств. В массовом спорте об уровне развития силовых качеств часто судят по результатам соревновательных или тренировочных упражнений. Существует два способа контроля: прямой и косвенный. В первом случае максимум силы соответствует тому наибольшему весу, который может поднять спортсмен в технически сравнительно простом движении (например, жиме штанги лежа). Применять для этого координационно-сложные движения (например, рывок штанги) нецелесообразно, так как результат в них в значительной степени зависит от технического мастерства.

Во втором случае измеряют не столько абсолютную силу, сколько скоростно-силовые качества или силовую выносливость. Для этого используют такие упражнения, как прыжки в длину и высоту, с места, метание набивных мячей, подтягивания и т.п. Об уровне развития качеств судят по дальности бросков и метаний исходя из зависимости между силой и скоростью движения.

Гибкость — это способность выполнять движения с максимальной амплитудой в суставах.

Различают два типа проявления гибкости: активную и пассивную. Они зависят от способа измерения.

Активная гибкость определяется максимальной амплитудой в суставе при выполнении какого-либо движения.

Пассивная гибкость определяется по наибольшей амплитуде, которая может быть достигнута за счет внешней силы, величина которой должна быть одинакова для всех измерений. Только в этом случае можно получить объективную оценку пассивной гибкости.

Дефицитом активной гибкости (ДАГ) называется разница между активной и пассивной гибкостью (в см или угловых градусах).

Критерием состояния суставного и мышечного аппарата спортсмена является дефицит активной гибкости.

При регистрации показателей гибкости необходимо учитывать, что их величина зависит от времени тестирования (в 10 часов утра гибкость меньше, чем в 16 часов), температуры воздуха

(при 30°C гибкость больше, чем при 10°C), стандартизованности разминки (ее длительность влияет на увеличение гибкости).

Гибкость может быть измерена:

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

Измерить амплитуду движения в суставе можно следующими способами:

- механическим (гониометрическим);
- механоэлектрическим (электрогониометрическим);
- оптическим;
- рентгенографическим.

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

Во втором случае транспортир заменяют потенциометрическим датчиком, получается электрогониометр. С его помощью получают гониограмму. Этот метод более точен.

Третий способ измерения гибкости — оптический — основан на применении фото-, кино- и видеорегистрации. На суставных точках спортсмена укрепляют датчики-маркеры, изменение взаиморасположения которых фиксируется регистрирующей аппаратурой. Точность оптических методов зависит от:

- 1) погрешностей регистрирующей аппаратуры;
- 2) способов крепления маркеров на суставных точках и величин их смещения при выполнении движения;
- 3) погрешностей анализа кино-, фото- и видеоматериалов.

Наиболее точный из оптических методов — стереоциклография — позволяет регистрировать амплитуду движения в трехмерном пространстве.

С помощью четвертого способа — рентгенографического — можно определить теоретически допустимую амплитуду движения, рассчитав ее на основании рентгенологического анализа строения сустава.

Коэффициент надежности тестов гибкости равен 0,85—0,95. Информативность тестов на гибкость зависит от того, насколько

амплитуда тестирующего движения совпадает с амплитудой соревновательного упражнения. Наибольшая информативность показателей гибкости маховых движений ногами отмечается у футболистов, барьеристов, прыгунов в высоту и длину.

Эквивалентность тестов на гибкость невысокая.

Возможна комплексная оценка гибкости, если она измеряется в разных заданиях (в разных суставах).

Выносливость — это способность длительно выполнять упражнения без снижения их эффективности. Это определение отражает проявление выносливости во всех видах спорта, кроме соревновательных циклических упражнений. Для этих упражнений выносливость — это способность выполнять задание с наибольшей скоростью в наименьшее время.

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

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

По результатам неспецифических тестов оценивают потенциальные возможности спортсменов эффективно тренироваться и соревноваться в условиях нарастающего утомления. Результаты специфических тестов указывают на степень реализации этих потенциальных возможностей.

К неспецифическим тестам определения выносливости относят:

- 1) бег на тредбане;
- 2) педалирование на велоэргометре;
- 3) степ-тест.

Схема выполнения неспецифических тестов стандартизирована: разминка — 7 мин; отдых 3—5 мин, в течение которых контролируется работа датчиков измерительных систем; выполнение ступенчато возрастающей нагрузки: первая ступень — нагрузка 50 Вт. Затем каждые 2 минуты нагрузка возрастает. Спортсмен выполняет задание до полного утомления.

Специфическими считают тесты, структура выполнения которых близка к соревновательной (так, для велосипедистов тестирование на велоэргометре рассматривается как измерение

выносливости в специфических заданиях). Информативность специфических тестов выше, чем неспецифических.

Наиболее распространенными показателями выносливости являются три эргометрических критерия: *время, объем и интенсивность выполнения заданий*. В процессе контроля за этими показателями выносливости один из трех критериев задается в виде параметра (например, спортсмен должен бежать в течение 12 мин), второй непосредственно измеряется (регистрируется расстояние, которое пробежал спортсмен за эти 12 мин, например, 3 500 м), третий рассчитывается (для данного случая рассчитывается скорость бега, которая составляет 4,86 м/с).

При измерении выносливости с помощью любого из этих трех показателей и соблюдении метрологических правил оценка ее уровня должна быть одинаковой: спортсмену предлагается бежать 12 мин, за это время он пробегает 3 500 м, или предлагают пробежать 3 500 м, и он должен затратить 12 мин (при учете погрешностей). Это так называемое правило обратимости двигательных заданий.

Выносливость определяется с помощью «предельных показателей» (например, пробежать наибольшее расстояние в заданное время, предельно долго поддерживая заданную скорость и т.д.). Величина этих показателей зависит от соотношения как минимум двух компонентов теста: длительности и интенсивности.

В циклических видах спорта специфическим критерием выносливости будет являться снижение скорости в конце дистанции.

Уровень выносливости у каждого спортсмена в циклическом виде спорта по отношению к его скоростным возможностям неодинаков. Различия можно определять количественно по так называемому запасу скорости или коэффициенту выносливости. Запас скорости (ЗС) определяется как разность между средним временем пробега эталонного отрезка и лучшим временем на этом отрезке. Коэффициент выносливости (КВ) — это отношение времени преодоления всей дистанции к времени преодоления эталонного отрезка:

$$KB = Tg \times Tэм,$$

где Tg — время на дистанцию; $Tэм$ — время на эталонном отрезке.

Чем он меньше, тем выше уровень выносливости.

Например, время на дистанции 400 м — 48,0 с (Tg), а лучшее время на коротком («эталонном») отрезке 100 м — 11,0 с ($Tэт$), тогда:

$$KB = 48,0 : 11,0 = 4,36.$$

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

При контроле за выносливостью, кроме спортивных, широкое распространение получили физиологические и биохимические тесты, а также биомеханические критерии (например, точность выполнения бросков в баскетболе, время опорных фаз в беге, колебания общего центра масс в движении и т.п.), в которых сравниваются их значения в начале, середине и конце упражнений. По величине полученных различий судят об уровне выносливости: чем меньше изменяются биомеханические показатели в конце упражнения, тем выше уровень выносливости.

Ловкость — способность выполнять координационно-сложные движения при лимите времени. Ловкость, как правило, оценивают тестированием при помощи известных упражнений: челночный бег, быстрые повороты и т.д. Оценивается техника и время их выполнения.

4. Контроль за соревновательными и тренировочными нагрузками

Контроль за нагрузками заключается в ежедневной регистрации количественных значений характеристик тренировочных упражнений. Информативными характеристиками являются следующие:

1. ***Специализированность*** — мера сходства любого тренировочного средства с соревновательными упражнениями. Данная характеристика нагрузки позволяет распределить тренировочные упражнения на группы в зависимости от степени сходства с соревновательными. В результате все тренировочные средства

подразделяют на *специализированные* и *неспециализированные*. Упражнения первой группы обладают большим тренировочным воздействием и используются как средства специальной подготовки. Упражнения второй группы используются как средства общей подготовки. К специализированным относятся упражнения, биомеханические, биохимические, физиологические и другие показатели которых имеют сходство с аналогичными показателями соревновательных упражнений (задействованы одни и те же группы мышц).

2. *Сложность* (координационная и психическая) характеризуется возможностями спортсмена удовлетворять требованиям, которые возникают перед ним в связи с выполнением упражнения. Рассматривается преимущественно в видах спорта с большим объемом технических приемов и тактических действий (гимнастике, спортивных играх). В игровых видах спорта критериями сложности могут быть: соответствие цели тренировочного упражнения цели соревновательного, объем и степень разносторонности технико-тактического мастерства, скорость выполнения упражнений, активность в соревновательной борьбе и др. Следовательно, выделяют классификацию упражнений по группам: первые две группы — это упражнения, сложность которых равна или превышает игровую, третья — средней сложности, четвертая — простые упражнения.

Выполнение координационно-сложных упражнений приводит к возникновению *психической напряженности* (сильное эмоциональное возбуждение, недостаточность освоенности упражнения и пр). Внешне проявляется скованностью, грубыми тактическими ошибками, искажением техники и пр.

3. *Направленность* проявляется в воздействии тренировочных упражнений на развитие разных двигательных качеств. Для классификации используют показатели срочного тренировочного эффекта (СТЭ). К ним относят изменения силовых и временных значений техники, ЧСС, потребление O_2 , концентрация молочной кислоты в мышцах и крови и пр. СТЭ зависит от значений компонентов упражнений. В видах спорта циклического характера их пять: 1 — длительность, 2 — интенсивность (мощность, скорость выполнения), 3 — количество повторений (серий), 4 — длительность интервалов отдыха, 5 — характер отдыха. В спортивных

играх принято добавлять еще два: количество спортсменов, выполняющих упражнение, и размеры площадки, на которой оно выполняется.

4. *Величина* определяет степень воздействия нагрузки упражнений на организм спортсмена. Величина нагрузки определяется двумя способами: через величину механической работы, выполненной спортсменом, и по показателям функциональных реакций организма на эту работу. Во втором случае важна не только реакция, но и ее длительность.

5. Контроль за технико-тактическим мастерством спортсмена

Техника — это система движений, действий и приемов спортсмена, наиболее целесообразно приспособленная для решения основной спортивной задачи.

Техника действий спортсмена характеризуется объемом, разносторонностью, эффективностью и освоенностью (рис. 12). Техническая подготовленность, или техническое мастерство, спортсменов характеризуется тем, что умеет делать спортсмен и насколько хорошо он это делает.

В первую группу показателей входят: а) объем; б) разносторонность; в) рациональность технических действий, которые умеет выполнять спортсмен; во вторую — а) эффективность; б) освоенность выполнения.

Объем технической подготовленности определяется числом технических действий, которые умеет выполнять или выполняет спортсмен.

Разносторонность технической подготовленности характеризуется степенью разнообразия двигательных действий, которыми владеет спортсмен или которые он применяет на соревнованиях. Объем и разносторонность могут быть соревновательными и тренировочными. У более разносторонних спортсменов более гармонична и физическая подготовка. Объем и разносторонность являются особенно важными показателями в играх, единоборствах, гимнастике, фигурном катании и др.

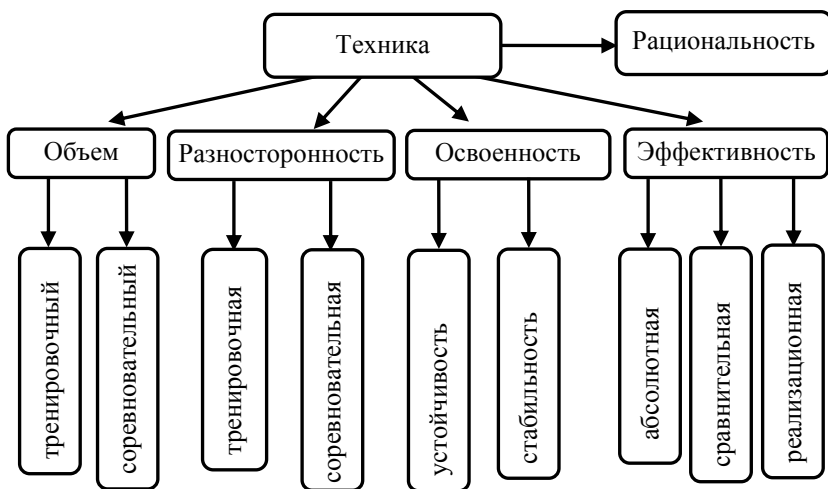


Рис. 12. Показатели структуры техники спортсмена

Рациональность технических действий определяется возможностью достичь на их основе высших спортивных результатов. Рациональность техники — это характеристика не спортсмена, а способа выполнения движения, используемой разновидности техники. Например, при плавании вольным стилем рациональным оказывается кроль, в прыжках в высоту «ножницами» нельзя показать высокий результат, этот способ нерационален.

Рассмотренные три варианта технической подготовленности спортсмена говорят о том, что умеет спортсмен, но не говорят о том, насколько хорошо. Учет качественной стороны выполнения движением определяется эффективностью техники.

Эффективностью владения спортивной техникой того или иного спортсмена называется степень близости ее к наиболее рациональному варианту. Эффективность — это характеристика не того или иного варианта техники, а качества владения техникой. Различают три варианта эффективности:

— *абсолютная эффективность* характеризует близость к образцу, в качестве которого выбирается наиболее рациональный вариант техники, определенный на основе биомеханических, физиологических, психологических, эстетических соображений; например, сопоставление характеристик выполненного движения с некоторым идеалом, взятым за эталон в данном виде спорта;

— *сравнительная эффективность* характеризуется степенью совпадения оцениваемой техники двигательного действия с техникой спортсменов высокой квалификации при их сопоставлении. Очень часто техника последних индивидуальна, поэтому в качестве образца целесообразно выбирать усредненный показатель техники нескольких спортсменов высокой квалификации;

— *реализационная эффективность* заключается в сопоставлении результата, показанного в соревновательном упражнении, тем достижениям, которые спортсмен мог бы показать, если бы обладал отличной техникой движений. В данном случае оценка эффективности техники проводится с помощью комплекса показателей, среди которых выбираются наиболее информативные.

Освоенность техники характеризуется степенью повторения точности двигательного действия при влиянии различных факторов. Выделяют два основных направления освоенности:

— *стабильность* — сохранение основных биомеханических компонентов техники при многократном повторении в стандартных условиях;

— *устойчивость* определяется степенью выполнения техники без снижения ее эффективности под влиянием различного рода сбивающих факторов (соревнований, психического и эмоционального возбуждения, усталости, активности противника, изменения внешних условий и т.д.).

Тактика действий — это совокупность способов ведения спортивной борьбы. Современный взгляд определяет тактику как раздел теории и практики, изучающий закономерности развития, средства и формы ведения спортивной борьбы и их рационального применения против конкретного соперника.

В основе тактики лежат понятия *многовариантности ведения соревнований* и *выбора оптимального варианта*. Многовариантность связана с подсчетом количества действий и их комбинаций. Тактика оценивается по количественным показателям: объему, разносторонности, рациональности, эффективности тактических умений и гибкости тактического мышления.

Общий объем тактики оценивается количеством тактических ходов и вариантов, которыми владеет спортсмен или команда. *Соревновательный объем* — это приемы и варианты, используемые в условиях соревнований. Как правило, соревновательный

объем меньше общего, причем тем меньше, чем ответственнее соревнование.

Разносторонность тактики указывает, насколько разнообразен тактический арсенал спортсмена или команды. Одна из многочисленных классификаций тактических ходов делит их на:

— монотонные — тактические ходы, лишенные элемента неожиданности и поэтому не оказывающие решающего влияния на результат состязания, например, к монотонным тактическим ходам в баскетболе относится большинство введений мяча, передач;

— острые, или контрастные, — неожиданные, порой рискованные тактические ходы (перехваты мяча, длинные передачи, единоборства);

— дезинформирующие («ложные») ходы служат для маскировки истинных намерений (например, «ложное предложение», когда баскетболист делает финт без мяча, отвлекая внимание соперников от истинного направления атаки);

— страховочные ходы применяются для предотвращения возможной атаки или контратаки соперника.

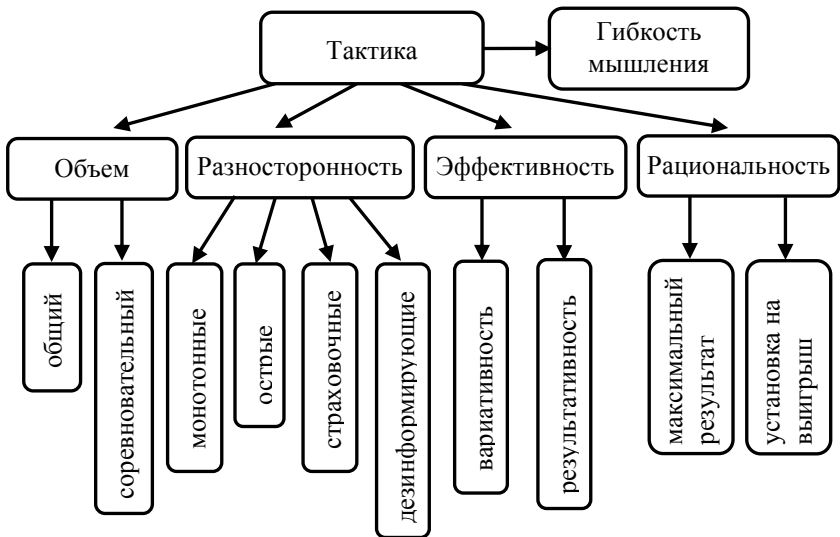


Рис. 13. Показатели структуры тактики спортсмена или команды

Рациональность характеризует тактический прием безотносительно к конкретному спортсмену. Известно, например, что острые тактические приемы приносят больший успех, чем монотонные.

В видах спорта с объективно измеряемыми результатами существует две разновидности тактики, в зависимости от того, какую цель ставит спортсмен перед собой: показать наилучший для себя результат или выиграть соревнования у конкретных противников — установка «на результат» или «на выигрыш».

Эффектность тактики характеризует тактическое мастерство конкретного спортсмена. Тактика тем эффективнее, чем ближе она к индивидуально оптимальному (рациональному) варианту.

Простейший способ контроля за эффективностью тактических вариантов совпадает с контролем за результативностью отдельных технико-тактических действий. В идеале каждый тактический прием должен выполняться успешно. И *результативность* (успешность) того или иного тактического варианта определяется как процент случаев успешного применения данного варианта.

Контрольные вопросы

1. Содержание комплексного контроля в спорте.
2. Разновидности методов контроля в спорте.
3. Сущность и различия контроля за спортивной нагрузкой.
4. Характеристика контроля за физической подготовленностью спортсмена.
5. Основные направления контроля за тренировочными и соревновательными нагрузками.
6. Особенности контроля за параметрами технико-тактического мастерства спортсмена.

ГЛОССАРИЙ

Абсолютная погрешность — погрешность, выраженная в процентах от действительного значения.

Анкетирование — метод опроса, который применяется для получения сведений о респонденте (испытуемом).

Вариационный ряд — двойной столбец ранжированных чисел, содержащий варианты и частоты.

Вероятность — число, выражающее меру объективной возможности наступления случайного события.

Внутриклассовая вариативность — вариативность индивидуальных результатов в серии повторных измерений.

Выборка, выборочная совокупность — ряд измерений, представленный случайными числами (совокупность случайно отобранных объектов из генеральной совокупности).

Генеральная совокупность — совокупность всех значений (объектов), объединенных каким-нибудь признаком.

Дискретные числа — числа, которые отличаются друг от друга на некую конечную величину, то есть даны в виде прерывных чисел.

Дисперсия — показатель вариации эмпирических данных.

Достоверность — форма существования истины, обоснованной каким-либо экспериментом.

Зависимые результаты — результаты, полученные в начале и в конце или на разных этапах проведения эксперимента в одной и той же группе.

Интервал — определенные пределы значений варьирующего признака, обозначается нижней и верхней границами интервала.

Информативность теста — степень точности, с которой он измеряет оцениваемое свойство.

Квалиметрия — наука, занимающаяся разработкой методов для количественной оценки качественных значений.

Классификация — распределение объектов на группы, которые обладают одинаковыми свойствами.

Корреляционная взаимосвязь — взаимосвязь между изучаемыми показателями; может быть прямой (положительной) и обратной (отрицательной).

Корреляция — заключается в том, что средняя величина одного показателя изменяется в зависимости от значения другого.

Коэффициент вариации (V) — используется для характеристики однородности совокупности. Совокупность считается однородной, если коэффициент вариации не превышает 33% (для распределений, близких к нормальному).

Коэффициент конкордации — применяется для оценки степени согласованности мнений экспертов.

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r) — мера зависимости двух случайных признаков, основанная на ранжировании независимых результатов наблюдений.

Кривая распределения — характеризует в обобщенном виде вариацию признаков и закономерности распределения частот внутри одной совокупности.

Критерий χ^2 (хи-квадрат) — применяется для сравнения распределений испытуемых двух групп по состоянию некоторого свойства на основе измерений в шкале наименований.

Медиана (Md) — значение, которое делит упорядоченное множество пополам, т.е. находится в середине ранжированного ряда.

Межклассовая вариативность — вариативность результатов разных спортсменов или разных групп.

Множество — совокупность элементов разного вида.

Мода (Mo) — такое значение в выборке, которое встречается наиболее часто.

Надежность теста — степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей в одинаковых условиях. Полное совпадение результатов практически невозможно.

Независимые результаты — результаты, полученные в начале и в конце или на разных этапах проведения эксперимента с выделением экспериментальной и контрольной групп.

Непрерывные числа — числа, которые могут отличаться одно от другого на сколь угодно малую величину и в определенных границах принимать любое значение.

Норма — граничная величина результатов теста. Предельно допустимые границы явления, в рамках которых оно оптимально.

Нормальное распределение — кривая, которая отражает массовые однотипные явления, рассматриваемые в статистике. Симметрична относительно максимальной ординаты, соответствует

значению: $\bar{X} = Mo = Md$. Множество единиц совокупности распределяется таким образом, чтобы около средней арифметической было сконцентрировано наибольшее количество единиц, около больших или малых значений — минимальное количество единиц.

Обратная корреляционная взаимосвязь — взаимосвязь, при которой с увеличением (уменьшением) первого признака второй уменьшается (увеличивается).

Относительная погрешность — погрешность, выраженная в единицах измеряемой величины.

Ошибка репрезентативности — число, которое указывает на различие между генеральной и выборочной совокупностью.

Перцентильная шкала — шкала, наиболее пригодная для оценки результатов больших групп спортсменов. Испытуемому начисляется столько очков, сколько участников (в процентах) он обогнал. Достоинство этой шкалы — простота и наглядность.

Прогноз — предвидение, предсказание будущего.

Прогрессирующая шкала — шкала, где равные приросты результатов начисляются по-разному, но чем выше абсолютные приросты, тем больше прибавка в оценке.

Пропорциональная шкала — тип шкалы, предполагающий начисление одинакового прироста очков за равный прирост результатов.

Прямая корреляционная взаимосвязь — взаимосвязь, когда с увеличением (уменьшением) первого признака второй тоже увеличивается (уменьшается).

Размах интервала (вариации) — разность между максимальным и минимальным значениями признака в изучаемой совокупности.

Ранжирование — расстановка результатов измерений в порядке возрастания или убывания.

Распределение — соотношение элементов совокупности с частотой их встречаемости в выборке.

Регрессирующая шкала — шкала, где равные приросты результатов начисляются по-разному, чем выше абсолютные приросты, тем меньше прибавка в оценке (наиболее приемлема на соревнованиях ОФП, где стоит цель устранить слабые звенья в подготовке).

Регрессия — закономерность, отражающая взаимосвязь двух признаков.

Релевантность норм — пригодность норм только для той совокупности, для которой они разработаны.

Репрезентативная выборка — выборка, точно отражающая генеральную совокупность.

Ряды динамики — ряды чисел, которые отражают изменение признаков с течением времени.

Сигмовидная шкала — шкала, где выше всего оцениваются приросты в средней зоне, а улучшение очень низких или очень высоких результатов поощряется слабо.

Систематическая погрешность — погрешность, постоянная или изменяющаяся по определенному закону; допущения, принятые при выводе формул, связывающих измеряемую величину с другими величинами, погрешностью прибора, влиянием внешних факторов на показания прибора.

Случайная погрешность — неопределенные по своей величине и природе погрешности, в появлении которых не наблюдается какой-либо закономерности.

Согласованность теста — способность теста показывать один и тот же результат при проведении тестирования разными экспертами.

Спортивная статистика — наука о массовых, однородных явлениях в практике физического воспитания и спорта.

Среднее квадратическое отклонение (σ) — показывает, на сколько в среднем колеблется величина признака у единиц исследуемой совокупности.

Средняя арифметическая величина (\bar{X} или M) — рассчитывается по отношению суммы величин к их количеству.

Средняя величина ($\bar{X} = Mo = Md$) — характеризует групповые свойства, является центром распределения, занимает центральное положение в общей массе варьирующих значений признака.

Стабильность теста — степень совпадения результатов при повторном тестировании, когда первое и второе измерение разделено временным интервалом.

Стандартная шкала — шкала, в основе которой лежит пропорциональная шкала. Свое название получила потому, что масштабom

в ней служит стандартное отклонение. Наиболее распространена *T*-шкала. Здесь средняя приравнивается к 50, а стандарт — к 10 очкам.

Статистическая взаимосвязь — такая взаимосвязь, когда одному значению одного показателя соответствует несколько значений другого показателя.

Статистическая гипотеза — предположение относительно характера или параметров распределения случайной переменной, которые можно проверить, опираясь на результаты наблюдений в случайной выборке.

Тест — специализированное и стандартизированное измерение или испытание, проводимое для определения состояния или способностей спортсмена.

Функциональная взаимосвязь — характеризуется полным соответствием между изменением факторного признака и изменением результативной величины, то есть одно значение одного показателя соответствует только одному значению другого показателя.

Частота — число результатов выборки, попавших в каждый интервал.

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

Шкала ГЦОЛИФКа — применяется для оценки результатов периодического тестирования одного и того же спортсмена в разные периоды цикла или этапа подготовки.

Эксперт — специалист в определенной области, проводящий тестирование и оценку полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании. М., 1978.
2. Благущ Н.К. Теории тестирования двигательных способностей. М., 1982.
3. Годик М.А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок. М., 1980.
4. Годик М.А. Спортивная метрология: Учебник для ин-тов физ. культ. М., 1982.
5. Губа В.П. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике: Учеб. пособие для вузов физ. культ. 2-е изд. / М.П.Губа, М.П.Шестаков, Н.Б.Бубнов, М.П.Борисенков. М., 2006.
6. Ефимова М.Р. Общая теория статистики: Учебник. 2-е изд., испр. и доп. / М.Р.Ефимова, Е.В.Петрова, В.Н.Румянцев. М., 2000.
7. Железняк Ю.Д. Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте / Ю.Д.Железняк, П.К.Петров. М., 2001.
8. Зацiorский В.М. Основы спортивной метрологии: Учебник для ин-тов физ. культ. М., 1979.
9. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов. М., 1987.
10. Лях В.И. Тесты в физическом воспитании школьников: пособие для учителя. М., 1998.
11. Начинская С.В. О развитии спортивной статистики. М., 2000.
12. Начинская С.В. Спортивная метрология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М., 2005.
13. Начинская С.В. Спортивная метрология: Учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. 3-е изд., испр. М., 2011.
14. Самостоятельная работа студентов факультетов физической культуры по дисциплинам предметной подготовки: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. И.М.Туревского. М., 2003.
15. Смирнов Ю.Н. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ. культ. / Ю.Н.Смирнов, М.М.Полевщиков. М., 2000.

16. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ. культ. / Под ред. В.М.Зациорского. М., 1982. 256 с.
17. Уткин В.А. Измерения в спорте. М., 1978.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
<i>Лекция 1</i>	
Метрология как учебная дисциплина	5
<i>Лекция 2</i>	
Основы теории спортивных измерений.....	12
<i>Лекция 3</i>	
Основы теории тестов	36
<i>Лекция 4</i>	
Основы теории педагогических оценок.....	42
<i>Лекция 5</i>	
Методы количественной оценки качественных показателей.....	55
<i>Лекция 6</i>	
Метрологический контроль в физическом воспитании и спорте.....	61
ГЛОССАРИЙ	84
ЛИТЕРАТУРА	89

Изд. лиц. ЛР № 020742. Подписано в печать 23.12.2013
Формат 60×84/16. Бумага для множительных аппаратов
Гарнитура Times. Усл. печ. листов 5,75
Тираж 300 экз. Заказ 1467

*Отпечатано в Издательстве
Нижевартковского государственного университета
628615, Тюменская область, г.Нижевартовск, ул.Дзержинского, 11
Тел./факс: (3466) 43-75-73, E-mail: izdatelstvo@nggu.ru*