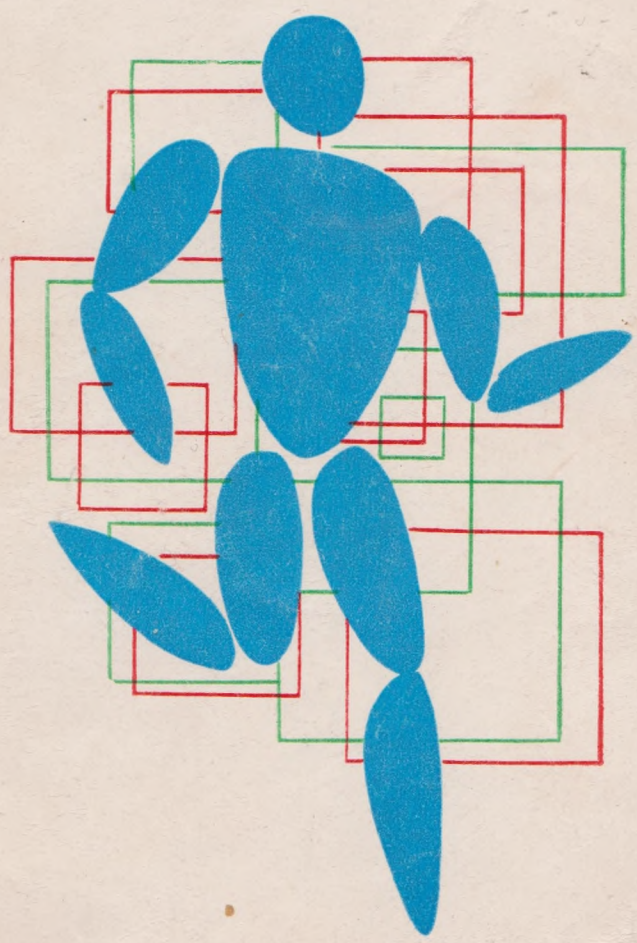


УДК 781.54 УДК 781.5

3-389

В. М. ЗАЦИОРСКИЙ

# ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ МЕТРОЛОГИИ



Читальный зал

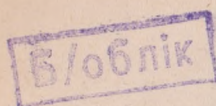
В. М. ЗАЦИОРСКИЙ

# ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ МЕТРОЛОГИИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКУЛЬТУРЫ И СПОРТА  
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ П. П. ЭРМАКОВА  
МОСКВА



МОСКВА  
«ФИЗИКУЛЬТУРА И СПОРТ»  
1979



БИБЛИОТЕКА  
Львовского гос.  
института физкультуры

Зациорский В. М.

3-38 Основы спортивной метрологии. — М.: Физкультура и спорт, 1979. — 152 с., ил.

Книга состоит из двух частей. В первой — впервые в отечественной литературе — дается систематическое описание основных вопросов спортивной метрологии, включая теорию тестов, теорию оценок и др.

Вторая часть книги представляет собой перевод международных стандартов измерения физического состояния человека и включает следующие разделы: 1. Личные данные и спортивный анамнез. 2. Медицинское обследование. 3. Физиологические измерения и индексы. 4. Телосложение и состав тела. 5. Основные двигательные тесты. Эта часть книги может использоваться как руководство при обследовании спортсменов и как справочник.

Книга предназначена всем, кто занимается вопросами измерений и контроля в спорте: тренерам, врачам, научным работникам, спортсменам высших разрядов и студентам институтов физической культуры.

3  $\frac{60901-005}{009(01)-79}$  70-79

ББК 75.0  
7А. 06

3401000000

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга состоит из двух частей:

1. Основы спортивной метрологии.
2. Международные стандарты измерения физического состояния человека<sup>1</sup>.

Первую часть можно рассматривать как теоретическую основу, на которой построены описываемые стандарты.

«Основы спортивной метрологии» написаны для людей, впервые знакомящихся с предметом. Книга может быть использована как учебное пособие по курсам спортивной метрологии и биометрии, а также в целях самообразования. Предполагается, что читатель имеет подготовку в объеме программы институтов физической культуры. В частности, знание основ математической статистики является обязательным условием для понимания книги. Впрочем, читатели, помнящие эти основы не очень твердо, могут воспользоваться приложением 1, где напоминает смысл основных понятий статистики, использованных в работе.

Читатели, хорошо знакомые с теорией тестов и теорией оценок, найдут, что в книге ряд вопросов изложен по-новому. Вероятно, с этой точки зрения книга будет интересна и им.

Учитывая, что спортивная метрология — наука молодая и ее терминология еще не вполне установилась, в качестве приложения дается перечень основных понятий и терминов спортивной метрологии (приложение 2). Они несколько раз обсуждались публично.

Стандартность измерительных процедур — обязательное условие сравнения результатов. Международные стандарты позволяют сопоставлять данные разных исследователей в разных странах, существенно облегчают труд человека, проводящего обследование (не только научного работника, но и врача, тренера, преподавателя), который может направить силы на решение своих основных задач, доверившись стандартам в том, что касается техники измерений. Таков далеко не полный перечень преимуществ стандартизации тестов.

Разработка таких стандартов — дело не легкое. Поэтому естественно воспользоваться международным опытом. Предлагаемые международные стандарты — результат десятилетнего труда большого коллектива ученых из разных стран. Работа эта проводилась в рамках Комитета по стандартизации тестов, основанного в 1964 году на Олимпийском научном конгрессе в Токио (от Советского Союза членом этого комитета в течение ряда лет был проф. С. П. Летунов). К настоящему времени утверждена только часть разрабатываемых стандартов, которая и предлагается читателю этой книги.

---

<sup>1</sup> Перевод, научная редакция и примечания проф. В. М. Зацюрского и проф. Г. С. Туманяна.

При переводе и редактировании пришлось столкнуться с двумя трудностями:

1. Ряд измерительных процедур, рекомендуемых настоящим стандартом, не соответствует практике измерений, распространенной в нашей стране (это в особенности касается антропометрического раздела). Такие случаи оговариваются в подстрочных примечаниях.

2. Ряд английских терминов не имеет соответствующих точных эквивалентов в нашей терминологической системе. Это, в частности, касается такого основного термина, как physical fitness, вынесенного в заголовок стандартов. Он не очень определен даже в английском языке (во всяком случае, в англо-саксонской литературе он не раз подвергался критике). При переводе же на русский язык трудности возрастают. Дословный перевод — «физическая пригодность» — не представляется вполне удачным: он выглядит неологизмом, да и смысл исходного термина (physical fitness) шире русского слова «пригодность». Такие термины, как «физическая подготовленность», «физическое развитие», также неточны. Этот термин переведен как «физическое состояние», хотя при таком переводе некоторые смысловые оттенки оказываются утраченными. Там, где именно эти оттенки являются наиболее важными, использовались, в зависимости от контекста, термины «физическая подготовленность» либо «физическая пригодность».

Перевод стандартов сделан без отклонений от текста, за исключением некоторых очевидных ошибок и опечаток, исправленных и отмеченных в подстрочных примечаниях. Выпущены лишь содержащиеся в приложении к стандарту некоторые вспомогательные таблицы (в частности, перевода единиц измерения из британской системы в метрическую).

Знакомство с международными стандартами, вероятно, будет интересно всем, кто так или иначе сталкивается с контролем и оценкой физического состояния человека: педагогам, тренерам, врачам, антропологам, физиологам, научным работникам других специальностей.

Автор приносит благодарность всем товарищам, принимавшим участие в дискуссиях по терминологии, сотрудникам кафедры биомеханики ГЦОЛИФКа М. А. Годик, Т. П. Лазаренко, В. Л. Уткину, рецензировавшим I часть книги, а также Н. И. Волкову (биоэнергетика), В. П. Чтецову, Е. З. Годиной (антропология) и С. К. Сарсания (кардиология), сделавших ценные замечания по II части.

*И пусть наши мысли взлетят  
с низменных областей поэзии  
в высшие сферы расчета и факта.*

*О. Генри*

Часть I

# ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ МЕТРОЛОГИИ

# Part I

## FOUNDATIONS OF SPORTS METROLOGU

### CONTENTS

- Introduction
- Foundations of Test Theory
  - 1. Main Notions
  - 2. Tests Reliability
  - 3. Tests Informativity
- Foundations of Estimation Theory
  - 1. Problem of Evaluation
  - 2. Evaluation Scale
  - 3. Norms
- Supplement

## ВВЕДЕНИЕ

Предметом спортивной метрологии являются контроль и изменения в спорте. В содержание ее, в частности, входит контроль за:

- а) состоянием спортсмена,
- б) тренировочными нагрузками,
- в) техникой выполнения движений,

г) спортивными результатами и поведением на соревнованиях, а также сопоставление данных, зафиксированных в каждом из этих направлений контроля, их оценка и анализ. Спортивная метрология занимается также вопросами правильности измерений в спорте (что касается этих ее функций, то в данном отношении ее можно рассматривать как ветвь общей метрологии) ]

Разумеется, контроль в процессе подготовки спортсмена, в частности контроль за его состоянием, — дело представителей многих специальностей: педагогов, врачей, физиологов, биохимиков, психологов, биомехаников и др. Только комплексный контроль может обеспечить точную диагностику состояния спортсмена. Однако логико-теоретическая основа измерений и контроля, а также используемый при этом математический аппарат являются во многом общими для всех конкретных научных специальностей. Более того, именно участие в процессе контроля представителей многих дисциплин требует обобщающих представлений, единой системы понятий, одинаковой или по крайней мере легко согласующейся терминологии, а также унифицированных измерительных процедур, сходных правил выбора тестов, шкал оценки и т. п. Без этого данные разных специалистов нельзя будет сопоставить друг с другом и прийти к общему заключению. Спортивная метрология и создает основу для такого единого подхода.

Одна из центральных задач контроля в спорте — контроль за состоянием спортсмена, в частности его физическим состоянием. Понятие «физическое состояние» определяют как минимум:

— здоровье, т. е.: а) соответствие показателей жизнедеятельности норме; б) степень устойчивости организма к неблагоприятным внешним воздействиям;

— телосложение;

— состояние физиологических функций, в частности двигательной функции, а именно: а) возможность выполнять определенный круг движений и степень совершенства в их выполнении (техническая подготовленность спортсмена); б) уровень двигательных качеств (физическая подготовленность).

Целесообразно различать (В. М. Зациорский, В. А. Запорожанов, И. А. Тер-Ованесян, 1971) три типа состояния спортсмена в зависимости от длительности промежутка, необходимого для перехода из одного состояния в другое. Выделяют:

1. **Этапные (перманентные) состояния**, т. е. состояния, сохраняющиеся относительно долго — недели или месяцы. Примером подобных состояний могут быть состояние спортивной формы, состоя-



ние недостаточной тренированности и т. п. Очевидно, что в течение одного или нескольких дней недостаточно тренированный спортсмен не может достигнуть состояния спортивной формы или утрачить его.

2. **Текущие состояния**, которые изменяются под влиянием одного или нескольких занятий. В практике спорта нередко последствие участия в соревнованиях или выполненной на одном из занятий тренировочной работы затягивается на несколько дней. В этом случае спортсмен обычно отмечает явления как неблагоприятного характера (например, мышечные боли), так и позитивного (например, состояние повышенной работоспособности). Текущее состояние спортсмена определяет характер ближайших тренировочных занятий и величину нагрузок в них.

3. **Оперативные состояния**, которые изменяются под влиянием однократного выполнения физических упражнений и являются крайне преходящими (например, утомление, вызванное однократным пробегом дистанций; временное повышение работоспособности после разминки). Оперативное состояние спортсмена изменяется в ходе тренировочного занятия и должно учитываться при планировании интервалов отдыха между подходами, повторными забегами, при решении вопроса о целесообразности дополнительной разминки и т. п.

Необходимость выделения этих трех типов состояний определяется тем, что средства контроля, используемые в каждом случае, существенно различны.

В соответствии с этим целесообразно выделять три основные формы контроля за состоянием спортсмена:

1. **Этапный контроль**, цель которого — оценить этапное состояние спортсмена.

2. **Текущий контроль**, основная задача которого — определить повседневные (текущие) колебания в состоянии спортсмена.

3. **Оперативный контроль**, цель которого — экспресс-оценка состояния спортсмена в данный момент.

Во всех случаях контроля для суждения о состоянии спортсмена используют какие-либо измерения или испытания — тесты. Построение и выбор их должны удовлетворять определенным требованиям, которые рассматриваются в так называемой теории тестов. После того как тестирование проведено, его результаты необходимо оценить. Анализ различных способов оценки дается в так называемой теории оценок. Теория тестов и теория оценок являются теми разделами спортивной метрологии, которые имеют общее значение для всех конкретных разновидностей контроля, используемых в процессе подготовки спортсменов. Основы этих разделов спортивной метрологии излагаются в данной работе.

Другие вопросы спортивной метрологии, в частности основные направления контроля (контроль за тренировочными нагрузками, контроль за технической и физической подготовленностью спортсменов и т. п.), предполагается осветить в последующих публикациях.

# ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕСТОВ

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Тестом называется измерение или испытание, проводимое с целью определения состояния или способностей спортсмена. Процесс испытаний называется тестированием: полученное в итоге измерения числовое значение — результатом тестирования (или результатом теста). Например, бег 100 м — это тест, процедура проведения забегов и хронометража — тестирование, время бега — результат теста.

Тесты, в основе которых лежат двигательные задания, называют двигательными (или моторными). В этих тестах в качестве результатов могут выступать либо двигательные достижения (время прохождения дистанции, число повторений, пройденное расстояние и т. п.), либо физиологические и биохимические показатели. В зависимости от этого, а также от задания, которое стоит перед исследуемым, различают три группы двигательных тестов (табл. 1).

Таблица 1

Разновидности двигательных тестов

Название теста	Задание спортсмену	Результаты тест:	Пример
Контрольные упражнения	Показать максимальный результат	Двигательное достижение	Бег 1500 м, время бега
Стандартные функциональные пробы	Одинаковое для всех, дозируется либо а) по величине выполненной работы, либо б) по величине физиологических сдвигов	Физиологические или биохимические показатели при стандартной работе  Двигательные показатели при стандартной величине физиологических сдвигов	Регистрация частоты сердечных сокращений при стандартной работе 1000 кгм/мин Скорость бега при пульсе 160 уд/мин, проба ПВЦ (170)
Максимальные функциональные пробы	Показать максимальный результат	Физиологические или биохимические показатели	Определение максимального кислородного долга или максимального потребления кислорода

Иногда используется не один, а несколько тестов, имеющих единую конечную цель (например, оценку состояния спортсмена в соревновательном периоде тренировки). Такая группа называется комплексом или батареей тестов.

Не всякие измерения могут быть использованы как тесты. Для этого они должны удовлетворять специальным требованиям. К ним относятся: 1) надежность теста; 2) информативность теста; 3) наличие системы оценок (см. следующую главу); 4) стандартность — процедура и условия тестирования должны быть одинаковыми во всех случаях применения теста. Тесты, удовлетворяющие требованиям надежности и информативности, называют добротными или аутентичными.

## 2. НАДЕЖНОСТЬ ТЕСТОВ

### 2.1. Понятие о надежности тестов

Надежностью тестов называют степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей (или других объектов) в одинаковых условиях. В идеале один и тот же тест, примененный к тем же испытуемым в тех же условиях, должен давать одинаковые результаты. Однако даже при самой строгой стандартизации испытаний и точной аппаратуре результаты тестирования всегда несколько варьируют. Например, спортсмен, только что выжавший на кистевом динамометре 55 кг, через несколько минут покажет лишь 50 кг. Подобную вариацию называют внутрииндивидуальной или (используя более общую терминологию математической статистики) внутриклассовой. Ее вызывают четыре основные причины:

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

2) неконтролируемые изменения внешних условий и аппаратуры (температуры и влажности воздуха, напряжения в электросети, присутствие посторонних лиц, ветер и т. п.);

3) изменение состояния лица, проводящего или оценивающего тест, замена одного экспериментатора или судьи другим;

4) несовершенство теста (есть такие тесты, которые заведомо малонадежны, например штрафные броски в баскетбольную корзину до первого промаха; даже спортсмен, имеющий высокий процент попадания, может случайно ошибиться при первых бросках).

В идее методов, используемых для суждения о надежности тестов, поможет разобраться следующий упрощенный пример. Предположим, что хотят сравнить результаты прыжков в длину с места у двух спортсменов по двум выполненным попыткам. При желании сделать точные выводы нельзя ограничиваться регистрацией лишь лучших результатов. Допустим, что результаты каждого из спортсменов варьируют в пределах  $\pm 10$  см от средней величины и равны соответственно  $220 \pm 10$  см (т. е. 210 и 230 см) и  $320 \pm 10$  см (т. е. 310 и 330 см). В таком случае вывод, конечно, будет совершенно однозначным: второй спортсмен превосходит первого. Различие между результатами ( $320 \text{ см} - 220 \text{ см} = 100 \text{ см}$ ) явно больше случайных колебаний ( $\pm 10$  см). Гораздо менее определенным будет

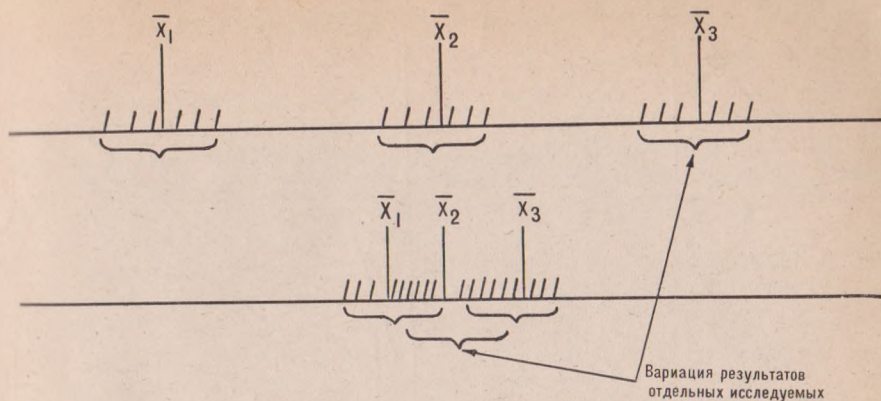


Рис. 1. Соотношение меж- и внутриклассовой вариации при высокой (вверху) и низкой (внизу) надежности.

Короткие вертикальные штрихи — данные отдельных попыток,  $\bar{X}_1$ ,  $\bar{X}_2$ ,  $\bar{X}_3$  — средние результаты трех испытуемых

вывод, если при той же самой внутриклассовой вариации (равной  $\pm 10$  см) различие между испытуемыми (межклассовая вариация) будет маленьким. Скажем, средние значения будут равны 220 см (в одной попытке 210 см, в другой 230 см) и 222 (212 и 232 см). Тогда может случиться, например, что в первой попытке первый спортсмен прыгнет 230 см, а второй — только 212, и создается впечатление, что первый существенно сильнее второго.

Из примера видно, что основное значение имеет не сама по себе внутриклассовая изменчивость, а ее соотношение с межклассовыми различиями. Одна и та же внутриклассовая вариация дает разную надежность при разных различиях между классами (в частном случае испытуемыми, рис. 1).

Теория надежности теста исходит из того, что результат любого измерения, проводимого на человека, —  $X_t$  — есть сумма двух величин:

$$X_t = X_\infty + X_e, \quad (1)$$

где  $X_\infty$  — так называемый истинный результат, который хотят зафиксировать;

$X_e$  — ошибка, вызванная неконтролируемой вариацией в состоянии испытуемого, привносимая измерительным прибором и пр.

Под истинным результатом по определению понимают среднее значение  $X_t$  при бесконечно большом числе наблюдений в одинаковых условиях (поэтому при  $X$  и ставят знак бесконечности  $\infty$ ).

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

$$\sigma_t^2 = \sigma_\infty^2 + \sigma_e^2,$$

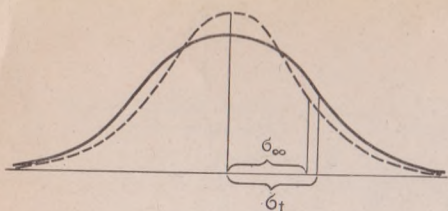
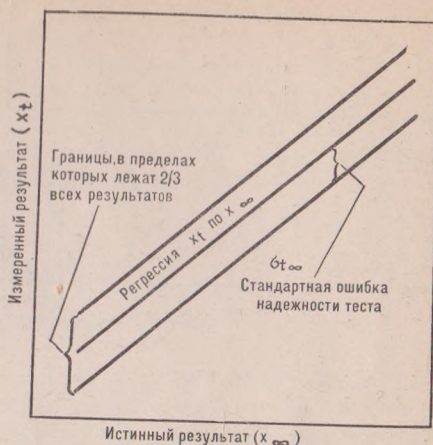


Рис. 2. Распределение зарегистрированных результатов теста ( $X_t$ , сплошная линия) и теоретических истинных результатов ( $X_\infty$ , пунктир). Средние величины предполагаются равными,  $\sigma_t > \sigma_\infty$

Рис. 3. Определение стандартной ошибки надежности



т. е. зарегистрированная в опыте дисперсия результатов ( $\sigma_t^2$ ) равна сумме дисперсий истинных результатов ( $\sigma_\infty^2$ ) и ошибок ( $\sigma_e^2$ ).

$\sigma_\infty^2$  характеризует идеализированную (т. е. свободную от ошибок) межклассовую вариацию,  $\sigma_e^2$  — внутриклассовую изменчивость. Влияние  $\sigma_e^2$  изменяет распределение результатов теста (рис. 2).

По определению коэффициент надежности ( $r_{tt}$ ) равен отношению истинной дисперсии к дисперсии, зарегистрированной в опыте:

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

$$r_{tt} = \frac{\sigma_\infty^2}{\sigma_t^2} = \frac{\sigma_t^2 - \sigma_e^2}{\sigma_t^2} = 1 - \frac{\sigma_e^2}{\sigma_t^2} \quad (3)$$

Иными словами,  $r_{tt}$  есть просто доля истинной вариации в той вариации, которая зарегистрирована в опыте.

Кроме коэффициента надежности используют еще индекс надежности:

$$r_{t\infty} = \sqrt{r_{tt}} \quad (4)$$

который рассматривают как теоретический коэффициент корреляции зарегистрированных значений теста с истинными. Пользуются также понятием о стандартной ошибке надежности, под которой понимают среднее квадратическое отклонение зарегистрированных результатов теста ( $X_t$ ) от линии регрессии, связывающей значение  $X_t$  с истинными результатами ( $X_\infty$ ) — рис. 3.

$$\sigma_{t\infty} = \sigma_t \sqrt{1 - r_{tt}}$$

## 2.2. Оценка надежности по экспериментальным данным

Понятие об истинном результате теста является абстракцией.  $X_{\infty}$  в опыте измерить нельзя (ведь нельзя же в действительности провести бесконечно большое число наблюдений в одинаковых условиях). Поэтому приходится использовать косвенные методы.

Наиболее предпочтителен для оценки надежности дисперсионный анализ с последующим расчетом так называемых внутриклассовых коэффициентов корреляции.

Дисперсионный анализ, как известно, позволяет разложить зарегистрированную в опыте вариацию результатов теста на составляющие, обусловленные влиянием отдельных факторов. Например, если зарегистрировать у испытуемых их результаты в каком-либо тесте, повторяя этот тест в разные дни, причем в каждый из дней делать по несколько попыток, периодически меняя экспериментаторов, то будет иметь место вариация:

а) от испытуемого к испытуемому (межиндивидуальная вариация),

б) ото дня ко дню,

в) от экспериментатора к экспериментатору,

г) от попытки к попытке.

Дисперсионный анализ дает возможность выделить и оценить вариации, вызванные этими факторами.

Упрощенный пример показывает, как это делается. Предположим, что у 5 испытуемых измерили результаты двух попыток ( $k=5$ ,  $n=2$ ):

Испытуемые	Первая попытка	Вторая попытка
1	10	6
2	8	9
3	7	5
4	4	7
5	2	3

Результаты дисперсионного анализа (см. курс математической статистики, а также приложение 1 к первой части книги) приведены в традиционной форме в табл. 2.

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа

Вариация	Сумма квадратов	Степени свободы	Дисперсия
Межклассовая (между испытуемыми)	$Q_1 = 45,4$	$f_1 = (k-1) = 4$	$\sigma_1^2 = Q_1 : f_1 = 11,35$
Внутриклассовая (внутрииндивидуальная, остаточная)	$Q_2 = 15,5$	$f_2 = nk - k = 5$	$\sigma_2^2 = Q_2 : f_2 = 3,1$
Общая	$Q = 60,9$	$f = nk - 1 = 9$	$\sigma^2 = Q : f = 6,77$

Надежность оценивается с помощью так называемого внутриклассового коэффициента корреляции:

$$r'_{tt} = \frac{\sigma_1^2 - \sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \left(\frac{n}{n_1} - 1\right) \cdot \sigma_2^2}, \quad (5)$$

где  $r'_{tt}$  — коэффициент внутриклассовой корреляции (коэффициент надежности, который, чтобы отличить его от обычного коэффициента корреляции ( $r$ ), обозначают с дополнительным штрихом ( $r'$ );

$n$  — использованное в тесте число попыток;

$n'$  — число попыток, для которого проводится оценка надежности.

Например, если хотят оценить по данным приведенного примера надежность средней из двух попыток, то

$$r'_{tt} = \frac{11,35 - 3,1}{11,35 + \left(\frac{2}{2} - 1\right) \cdot 3,1} = 0,727.$$

Если ограничиться только одной попыткой, то надежность будет равна:

$$r'_{tt} = \frac{11,35 - 3,1}{11,35 + \left(\frac{2}{1} - 1\right) \cdot 3,1} = 0,571,$$

а если увеличить число попыток до четырех, коэффициент надежности также несколько возрастет:

$$r'_{tt} = \frac{11,35 - 3,1}{11,35 + \left(\frac{2}{4} - 1\right) \cdot 3,1} = 0,764.$$

Таким образом, чтобы оценить надежность, надо, во-первых, выполнить дисперсионный анализ и, во-вторых, рассчитать внутриклассовый коэффициент корреляции (коэффициент надежности).

Некоторые сложности возникают, когда имеет место так называемый тренд, т. е. систематическое повышение или понижение результатов от попытки к попытке (рис. 4). В этом случае используют более сложные методы оценки надежности (в настоящей книге они не описаны).

Для случая двух попыток и отсутствия тренда величины внутриклассового коэффициента корреляции практически совпадают со значениями обычного коэффициента корреляции между результатами первой и второй попыток. Поэтому в таких ситуациях для оценки надежности может использоваться и обычный коэффициент корреляции (он при этом оценивает надежность одной, а не двух попыток). Однако, если число повторных попыток в тесте больше двух и в особенности если используются сложные схемы тестирования,

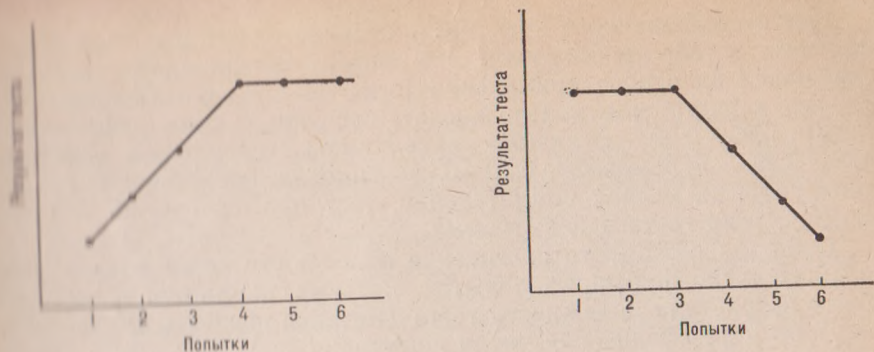


Рис. 4. Серии из шести попыток, из которых три первые (илл. слева) или три последние (справа) подвержены тренду

(например, по 2 попытки в день в течение двух дней), необходим расчет внутриклассового коэффициента.

Коэффициент надежности не является абсолютным показателем, характеризующим тест. Этот коэффициент может изменяться в зависимости от контингента испытуемых (например, быть различным у начинающих и квалифицированных спортсменов), условий тестирования (проводятся ли повторные попытки одна за другой или, скажем, с интервалом в одну неделю) и других причин. Поэтому всегда надо описывать, как и на ком проводился тест.

### 2.3. Надежность в практике работы с тестами

Ненадежность экспериментальных данных снижает величину оценок коэффициентов корреляции. Поскольку ни один тест не может коррелировать с другим тестом больше, чем с самим собой, верхней границей оценки коэффициента корреляции здесь является уже не  $\pm 1.00$ , а индекс надежности  $r_{t\infty} = \sqrt{r_{tt}}$ . Чтобы от оценки коэффициентов корреляции между эмпирическими данными перейти к оценкам корреляции между истинными значениями, можно воспользоваться выражением

$$r_{xy}^{\wedge} = \frac{r_{xy}}{\sqrt{r_{xx} \cdot r_{yy}}}, \quad (6)$$

где  $r_{xy}$  — корреляция между истинными значениями  $X$  и  $Y$ ;

$r_{xy}$  — корреляция между эмпирическими данными;

$r_{xx}$  и  $r_{yy}$  — оценка надежности  $X$  и  $Y$ .

Например, если  $r_{xy} = 0,60$ ,  $r_{xx} = 0,80$  и  $r_{yy} = 0,90$ , то корреляция между истинными значениями равна 0,707.

Приведенная формула (6) называется коррекцией на уменьшение (или формулой Спирмена — Броуна), она постоянно используется в практике.



Нет фиксированного значения надежности, которое позволяло бы считать тест приемлемым. Все зависит от важности выводов, сделанных на основе применения теста. И все же в большинстве случаев в спорте можно использовать следующие примерные ориентиры: 0,95—0,99 — отличная надежность, 0,90—0,94 — хорошая, 0,80—0,89 — приемлемая, 0,70—0,79 — плохая, 0,60—0,69 — для индивидуальных оценок сомнительная, тест пригоден лишь для характеристики группы испытуемых.

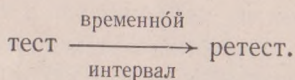
Добиться некоторого повышения надежности теста можно, увеличивая число повторных попыток. Вот как, например, в эксперименте возрастала надежность теста (метание гранаты 350 г с разбегу) по мере увеличения числа попыток: 1 попытка — 0,53, 2 попытки — 0,72, 3 попытки — 0,78, 4 попытки — 0,80, 5 попыток — 0,82, 6 попыток — 0,84. Из примера видно, что если сначала надежность возрастает быстро, то после 3—4 попыток прирост существенно замедляется.

При нескольких повторных попытках результаты можно определять разными способами: а) по лучшей попытке, б) по средней арифметической величине, в) по медиане, г) по средней из двух или трех лучших попыток и т. п. Исследования показали, что в большинстве случаев наиболее надежным является использование средней арифметической величины, несколько менее надежна медиана, еще менее надежна лучшая попытка.

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

#### 2.4. Стабильность теста

Под стабильностью теста понимают воспроизводимость результатов при его повторении через определенное время в одинаковых условиях. Повторное тестирование обычно называют ретестом. Схема оценки стабильности теста такова:



При этом различают 2 случая. В одном ретест проводят для того, чтобы получить надежные данные о состоянии испытуемого в течение всего временного интервала между тестом и ретестом (например, чтобы получить надежные данные о функциональных возможностях лыжников в июне, у них проводят измерения МПК дважды с интервалом в одну неделю). В этом случае важны точные результаты теста, и надежность должна оцениваться с помощью дисперсионного анализа.

В другом случае может быть важным лишь сохранение порядка испытуемых в группе (остается ли первый первым, последний — среди последних). В этом случае стабильность оценивают по коэффициенту корреляции между тестом и ретестом.

Стабильность теста зависит от:

- 1) вида теста,
- 2) контингента испытуемых,
- 3) временного интервала между тестом и ретестом.

Например, морфологические характеристики при небольших временных интервалах весьма стабильны; наименьшую стабильность имеют тесты на точность движений (например, броски в цель).

У взрослых результаты тестирования более стабильны, чем у детей; у спортсменов — более стабильны, чем у не занимающихся спортом.

С увеличением временного интервала между тестом и ретестом стабильность теста снижается (табл. 3).

Таблица 3

Стабильность теста (коэффициент корреляции) при разных временных интервалах (120 испытуемых студентов)

Тест	Ретест сразу по окончании теста	Ретест через 1 месяц
Бег 100 м	0,94	0,76
Прыжок в длину с места	0,93	0,82

## 2.5. Согласованность теста

Согласованность теста характеризуется независимостью результатов тестирования от личных качеств лица, проводящего или оценивающего тест<sup>1</sup>. Согласованность определяется по степени совпадения результатов, получаемых на одних и тех же испытуемых разными экспериментаторами, судьями, экспертами. При этом возможны два варианта:

1. Лицо, проводящее тест, только оценивает его результаты, не влияя на его выполнение. Например, одну и ту же письменную работу разные экзаменаторы могут оценить по-разному. Нередко различаются оценки судей в гимнастике, фигурном катании на коньках, боксе, показатели ручного хронометрирования, оценка электрокардиограммы или рентгенограммы разными врачами и т. п.

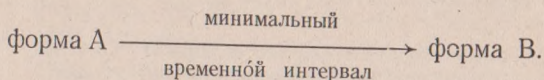
2. Лицо, проводящее тест, влияет на результаты. Например, некоторые экспериментаторы более настойчивы и требовательны, чем другие, лучше мотивируют испытуемых. Это сказывается на результатах (которые сами по себе могут измеряться вполне объективно).

Согласованность теста — это, по существу, надежность оценки его результатов при проведении теста разными людьми.

<sup>1</sup> Вместо термина «согласованность» довольно часто используют термин «объективность». Такое словопотребление неудачно, так как совпадение результатов разных экспериментаторов или судей (экспертов) вовсе не говорит об их объективности. Они могут все вместе сознательно или несознательно ошибаться, искажая объективную истину.

## 2.6. Эквивалентность теста

Нередко тест представляет собой результат выбора из определенного числа однотипных тестов. Например, броски в баскетбольную корзину можно выполнять с разных точек, спринтерский бег может проводиться на дистанции, скажем, 50, 60 или 100 м, подтягивания можно выполнять на кольцах или перекладине, хватом сверху или снизу и т. д. В таких случаях может использоваться так называемый метод параллельных форм, когда испытуемым предлагают выполнить две разновидности одного и того же теста и затем оценивают степень совпадения результатов. Схема тестирования здесь следующая:



Рассчитанный между результатами тестирования коэффициент корреляции называют коэффициентом эквивалентности. Отношение к эквивалентности тестов зависит от конкретной ситуации. С одной стороны, если два или больше тестов эквивалентны, их совместное применение повышает надежность оценок; с другой — может оказаться полезным оставить в батарее только один эквивалентный тест — это упростит тестирование и лишь незначительно снизит информативность комплекса тестов. Решение этого вопроса зависит от таких причин, как сложность и громоздкость тестов, степень необходимой точности тестирования и т. п.

Если все тесты, входящие в какой-либо комплекс тестов, высоко эквивалентны, он называется гомогенным. Весь этот комплекс измеряет одно какое-то свойство моторики человека. Скажем, комплекс, состоящий из прыжков с места в длину, вверх и тройного, вероятно, будет гомогенным. Наоборот, если в комплексе нет эквивалентных тестов, то все тесты, входящие в него, меряют разные свойства. Такой комплекс называется гетерогенным. Пример гетерогенной батареи тестов: подтягивания на перекладине, наклон вперед (для проверки гибкости), бег 1500 м.

## 2.7. Пути повышения надежности теста

Надежность тестов до определенной степени может быть повышена путем:

- а) более строгой стандартизации тестирования,
- б) увеличения числа попыток,
- в) увеличения числа оценщиков (судей, экспертов) и повышения согласованности их мнений,
- г) увеличения числа эквивалентных тестов,
- д) лучшей мотивации испытуемых.

### 3. ИНФОРМАТИВНОСТЬ ТЕСТОВ

#### 3.1. Основные понятия

Информативность теста — это степень точности, с какой он измеряет свойство (качество, способность, характеристику и т. п.), для оценки которого используется. Информативность нередко называют также валидностью (от английского validity — обоснованность, действительность, законность). Допустим, что для определения уровня специальной силовой подготовленности спринтеров — бегунов и пловцов — хотят использовать такие показатели: 1) кистевая динамометрия, 2) сила подошвенного сгибания стопы, 3) сила разгибателей плечевого сустава (эти мышцы несут большую нагрузку при плавании кролем), 4) сила мышц-разгибателей шеи. На основе этих тестов предполагают управлять тренировочным процессом, в частности находить слабые звенья двигательного аппарата и целенаправленно укреплять их. Хорошие ли тесты выбраны? Информативны ли они? Даже не проводя специальных экспериментов, можно догадаться, что второй тест, вероятно, информативен у спринтеров-бегунов, третий — у пловцов, а первый и четвертый, наверное, ни у пловцов, ни у бегунов не покажут ничего интересного (хотя могут оказаться очень полезными в других видах спорта, например в борьбе). В разных случаях одни и те же тесты могут иметь разную информативность.

Вопрос об информативности теста распадается на 2 частных вопроса:

1. Что измеряет данный тест?
2. Как точно он это делает?

Например, можно ли по такому показателю, как максимальное потребление кислорода (МПК), судить о подготовленности бегунов-стайеров, и если можно, то с какой степенью точности. Иными словами, какова информативность МПК у стайеров? Можно ли использовать этот тест в процессе контроля?

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

Степень информативности может характеризоваться количественно — на основе опытных данных (так называемая эмпирическая информативность) и качественно — на основе содержательного анализа ситуации (содержательная, или логическая, информативность).

### 3.2. Эмпирическая информативность (случай первый — существует измеряемый критерий)

Идея определения эмпирической информативности состоит в том, что результаты теста сравнивают с некоторым критерием. Для этого рассчитывают коэффициент корреляции между критерием и тестом (такой коэффициент называют коэффициентом информативности и обозначают  $r_{tk}$ , где  $t$  — первая буква в слове «тест»,  $k$  — в слове «критерий»).

В качестве критерия берется показатель, заведомо и бесспорно отражающий то свойство, которое собираются измерять с помощью теста.

Нередко бывает так, что существует вполне определенный критерий, с которым можно сравнить предполагаемый тест. Например, при оценке специальной подготовленности спортсменов в видах спорта с объективно измеряемыми результатами таким критерием служит обычно сам результат: более информативен тот тест, корреляция которого со спортивным результатом выше. В случае определения прогностической информативности критерием является показатель, прогноз которого надо осуществить (например, если прогнозируется длина тела ребенка, критерий — длина его тела во взрослые годы).

Чаще всего в спортивной метрологии критериями служат:

1. Спортивный результат.
2. Какая-либо количественная характеристика основного спортивного упражнения (например, длина шага в беге, сила отталкивания в прыжках, успешность борьбы под щитом в баскетболе, выполнение подачи в теннисе или волейболе, процент точных длинных передач в футболе).
3. Результаты другого теста, информативность которого доказана (это делают, если проведение теста-критерия громоздко и сложно и можно подобрать другой тест, столь же информативный, но более простой. Например, вместо газообмена определять частоту сердечных сокращений). Этот частный случай, когда критерием является другой тест, называют конкурентной информативностью.
4. Принадлежность к определенной группе. Например, можно сравнивать членов сборной команды страны, мастеров спорта и перворазрядников; принадлежность к одной из этих групп является критерием. В данном случае используются специальные разновидности корреляционного анализа.
5. Так называемый составной критерий, например сумма очков в многоборье. При этом виды многоборья и таблицы очков могут быть как общепринятыми, так и заново составлены экспериментатором (о том, как составляются таблицы, см. следующую главу). К составному критерию прибегают, когда нет единичного критерия (например, если стоит задача оценить общую физическую подготовленность, мастерство игрока в спортивных играх и т. п., ни один показатель, взятый сам по себе, не может служить критерием).

Пример определения информативности одного и того же теста — скорость бега 30 м с ходу у мужчин — при разных критериях приведен в табл. 4.

Таблица 4

Информативность теста «бег 30 м с ходу»

Критерий	Мера критерия	Коэффициент информативности
Прыжок в длину с разбегу	Результат прыжка (см)	0,658
Разбег в прыжках в длину	Скорость бега на последних 10 м (м/сек)	0,918
Спортивные достижения в прыжках в длину	Разряд по легкой атлетике от второго до мастера спорта	0,715
Результат в троеборье: бег 100 м, прыжки в длину, бег 110 м с/б	Сумма очков	0,764

Вопрос о выборе критерия является, по существу, самым важным при определении реального значения и информативности теста. Например, если стоит задача определить информативность такого теста, как прыжок в длину с места у спринтеров, то можно выбрать разные критерии: результат в беге на 100 м, длину шага, отношение длины шага к длине ног или к росту и т. п. Информативность теста при этом будет меняться (в приведенном примере она возрастала от 0,558 для скорости бега до 0,781 для отношения «длина шага/длина ноги»).

В видах спорта, где нельзя объективно измерить спортивное мастерство, стараются обойти эту трудность введением искусственных критериев. Например, в командных спортивных играх эксперты располагают всех игроков по их мастерству в определенном порядке (т. е. составляют списки 20, 50 или, скажем, 100 сильнейших игроков). Место, занятое спортсменом (как говорят, его ранг), рассматривается в качестве критерия, с которым и сравнивают результаты тестов с целью определения их информативности.

Встает вопрос: зачем использовать тесты, если известен критерий? Например, не проще ли устроить контрольные соревнования и определить спортивный результат, чем определять достижения в контрольных упражнениях? Применение тестов имеет следующие преимущества:

1) спортивный результат не всегда можно или целесообразно определить (например, нельзя часто проводить соревнования в марафонском беге, зимой обычно нельзя зарегистрировать результат в метании копья, а летом в лыжных гонках);

2) спортивный результат зависит от многих причин (факторов), таких, например, как сила спортсмена, его выносливость, техника и т. п. Применение тестов дает возможность определить сильные и слабые стороны спортсмена, оценить каждый из этих факторов в отдельности.

Коэффициенты информативности очень сильно зависят от надежности теста и критерия. Тест с низкой надежностью всегда мало информативен, поэтому не имеет смысла проверять малонадежные тесты на информативность. Недостаточная надежность критерия также приводит к снижению коэффициентов информативности. Однако в данном случае было бы неправильно пренебрегать тестом как малоинформативным — ведь верхней границей возможной корреляции теста является не  $\pm 1$ , а его индекс надежности. Поэтому надо сравнивать коэффициент информативности с этим индексом. Действительную информативность (с поправкой на ненадежность критерия) рассчитывают по формуле:

$$r_{ik}^{\wedge} = \frac{r_{ik}}{\sqrt{r_{kk}}} \quad (7)$$

Так, в одной из работ ранг спортсмена в водном поло (ранг рассматривали как критерий мастерства) был установлен на основе оценок 4 экспертов. Надежность (согласованность) критерия, определенная с помощью внутриклассового коэффициента корреляции, равнялась 0,64. Коэффициент информативности был равен 0,56. Действительный коэффициент информативности (с поправкой на ненадежность критерия) равен:

$$r_{ik}^{\wedge} = \frac{0,56}{\sqrt{0,64}} = 0,70$$

С информативностью и надежностью теста тесно связано понятие о его различительной возможности, под которой понимается то минимальное различие между испытуемыми, которое диагностируется с помощью теста (это понятие по смыслу аналогично понятию о чувствительности прибора). Различительная возможность теста зависит от:

1. Межиндивидуальной вариации результатов. Например, такой тест, как «максимальное число повторных бросков баскетбольного мяча в стену с расстояния 4 м в течение 10 сек.», хорош для начинающих, но непригоден для квалифицированных баскетболистов, так как все они показывают примерно один и тот же результат и становятся неразличимыми. Во многих случаях вариация результатов между испытуемыми (межклассовая вариация) может быть повышена за счет увеличения трудности теста. Например, если дать спортсменам разной квалификации легкую для них функциональную пробу (скажем, 20 приседаний или работу на велоэргометре мощностью 200 кгм/мин), то величина физиологических сдвигов у всех будет примерно одинакова и оценить степень подготовленности будет невозможно. Если же предложить им трудное задание, то различия между спортсменами станут большими, и по результатам теста можно будет судить о подготовленности спортсменов.

2. Надежности (т. е. соотношения меж- и внутрииндивидуальной вариации) теста и критерия. Если результаты одного и того же испытуемого в прыжках в длину с места варьируют, скажем, в пре-

делах  $\pm 10$  см, то, хотя длину прыжка и можно определить с точностью до  $\pm 1$  см, различить с убежденностью испытуемых, «истинные» результаты которых равны 315 и 316 см, нельзя.

Нет фиксированной величины информативности теста, после которой можно считать тест пригодным. Здесь многое зависит от конкретной ситуации: желаемой точности прогноза, необходимости получить хотя бы какие-то дополнительные сведения о спортсмене и т. п. Практически для диагностики используются тесты, информативность которых не меньше 0,3. Для прогноза, как правило, нужна более высокая информативность — не менее 0,6.

Информативность батареи тестов, естественно, выше, чем информативность одного теста. Нередко бывает так, что информативность одного отдельно взятого теста слишком низка, чтобы этим тестом пользоваться. Информативность же батареи тестов может быть вполне достаточна.

### 3.5. Содержательная (логическая) информативность

Информативность теста не всегда можно установить с помощью эксперимента и математической обработки его результатов. Например, если стоит задача разработать билеты для экзаменов или темы дипломных работ (это ведь тоже разновидность тестирования), надо отобрать такие вопросы, которые наиболее информативны, по которым можно точнее всего оценить знания выпускников и их подготовленность к практической работе. Пока в подобных случаях опираются лишь на логический, содержательный, анализ ситуации.

Иногда бывает и так, что информативность теста ясна без всяких экспериментов, особенно когда тест является просто частью тех действий, которые выполняет спортсмен на соревнованиях. Едва ли нужны эксперименты, чтобы доказать информативность таких показателей, как время выполнения поворотов в плавании, скорость на последних шагах разбега в прыжках в длину, процент попаданий со штрафных бросков в баскетболе, качество выполнения подачи в теннисе или волейболе.

Однако не все подобные тесты в равной мере информативны. Например, вбрасывание из-за боковой линии в футболе, хотя и является элементом игры, едва ли может рассматриваться как один из самых важных показателей мастерства футболистов. Если таких тестов много и надо отобрать самые информативные из них, без математических методов теории тестов не обойтись.

Содержательный анализ информативности теста и экспериментально-математическое ее обоснование должны дополнять друг друга. Ни один из этих подходов, взятый сам по себе, не является достаточным. В частности, если в результате эксперимента определен высокий коэффициент информативности теста, нужно обязательно проверить, не является ли это следствием так называемой ложной корреляции. Известно, что ложные корреляции появляются, когда на результаты обоих коррелируемых признаков влияет некоторый третий показатель, который сам по себе не представляет



интереса. Например, у старшеклассников можно найти существенную корреляцию между результатом в беге на 100 м и знанием геометрии, поскольку они по сравнению с учениками младших классов в среднем покажут более высокие показатели как в беге, так и в знании геометрии. Посторонним, третьим, признаком, вызвавшим появление корреляции, явился возраст испытуемых. Конечно, совершил бы ошибку тот исследователь, который этого бы не заметил и рекомендовал экзамен по геометрии как тест для бегунов на 100 м. Чтобы не совершать подобных ошибок, надо обязательно проанализировать причинно-следственные связи, вызвавшие появление корреляции между критерием и тестом. Полезно, в частности, представить себе, что произойдет, если результаты в тесте улучшатся. Приведет ли это к росту результатов критерия? В приведенном примере это означает: если ученик будет лучше знать геометрию, станет ли он быстрее бежать дистанцию 100 м? Очевидный отрицательный ответ приводит к естественному заключению: знания по геометрии не могут служить тестом для спринтеров. Найденная корреляция является ложной. Разумеется, ситуации реальной жизни значительно сложнее этого нарочно оглушенного примера.

Частным случаем содержательной информативности тестов является информативность по определению. В данном случае просто договариваются о том, какой смысл надо вкладывать в то или иное слово (термин). Например, говорят: «прыжок в высоту с места характеризует прыгучесть». Точнее было бы сказать так: «условимся называть прыгучестью то, что измеряется результатом прыжка вверх с места». Такой взаимный уговор необходим, так как он предупреждает ненужные недоразумения (ведь кто-то может понимать под прыгучестью результаты в десятирном прыжке на одной ноге, а прыжок в высоту с места считать, скажем, тестом «взрывной» силы ног).

#### Вопросы для самопроверки

1. Ваше мнение:
  - а) Насколько надежны ваши оценки по математике в аттестате зрелости?
  - б) Достаточно ли информативны те экзамены, которые вы сдавали при поступлении в институт?
2. Что измеряется при сопоставлении оценок:
  - а) По сочинению на выпускных экзаменах в школе и по сочинению при вступительных экзаменах в институт?
  - б) По одному и тому же сочинению, которые выставили разные преподаватели?
  - в) При вступительных экзаменах в институт и за дипломную работу при окончании института?
3. Каковы основные разновидности надежности и методы ее оценки?
4. Какой должна быть схема эксперимента, по которой можно было бы проверить надежность теста и влияние на нее:
  - а) Колебаний в состоянии испытуемых в разные дни недели.
  - б) Тестирования в утренние и вечерние часы.
  - в) Присутствия посторонних наблюдателей.

Сколько раз в таком эксперименте должен тестироваться каждый испытуемый (минимальное значение)?

5. Как определить согласованность оценок судей на соревнованиях по фигурному катанию на коньках?
6. Каковы основные разновидности информативности и методы ее оценки?
7. Ваше мнение — информативны ли:
  - а) Максимальное число кругов двумя на коне — для оценки специальной выносливости гимнастов.
  - б) Сила сгибателей и разгибателей локтевого сустава — для оценки специальной силовой подготовленности штангистов.
  - в) Подвижность в плечевых, тазобедренных и голеностопных суставах для гимнастов, тяжелоатлетов, копьеметателей.
  - д) Результаты в беге на коньках на 500 м (или 1500, 10 000 м/ — для оценки подготовленности в конькобежном многоборье.
  - е) Метания в цель — для отбора в секцию стрельбы из лука.
  - ж) Вопросы, на которые вы сейчас ответили, — для оценки ваших знаний по теории тестов?
8. Как можно проверить справедливость ответов на вопросы п. 7? Какие эксперименты для этого надо провести?

### Л и т е р а т у р а

Бубэ Х., Фэк Г., Штоблер Х., Трогш Х. Тесты в спортивной практике (Пер. с нем.). М., ФиС, 1968.

Зациорский В. М., Годик М. А., Ярмульник Д. Н. Теоретические основы и практические пути применения математических методов для оценки специальной физической подготовленности спортсменов. «Теория и практика физической культуры», т. 27, № 2, 1964.

Аверкович Н. В., Зациорский В. М. Факторный анализ тестов силовой подготовленности. «Теория и практика физической культуры», т. 29, 1966, № 8.

Годик М. А., Озолин Э. С., Шустин Б. Н. О корректности измерительных и вычислительных процедур в спортивно-педагогических исследованиях. «Теория и практика физической культуры», 1973, № 4.

## ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОЦЕНОК

### 1. ПРОБЛЕМА ОЦЕНОК

#### 1.1. Основные понятия

Показанные спортсменами результаты (в частности, результаты тестов)

во-первых, выражаются в разных единицах измерения (время, расстояние и т. п.) и поэтому непосредственно не сопоставимы друг с другом;

во-вторых, сами по себе не указывают, насколько удовлетворительно состояние спортсмена (скажем, время бега на 100 м, равное

12,0 сек, может рассматриваться как очень хорошее или, наоборот, как очень плохое, в зависимости от того, о ком идет речь).

Поэтому результаты превращают в **оценки** (очки, баллы, отметки, разряды и т. п.).

Оценкой (или педагогической оценкой) называется унифицированная мера успеха спортсмена или спортивного коллектива в каком-либо задании, в частном случае — в тесте<sup>1</sup>. Процесс выведения (расчета, определения) оценок называют оценением.

Всесоюзная спортивная классификация, комплекс ГТО, таблицы очков по видам спорта, оценки результатов тестов, школьные и вузовские отметки по физической культуре и физическому воспитанию, положения о соревнованиях и утвердившаяся практика неофициального подсчета очков на олимпийских играх — все это примеры оценивания. Оценка может быть выражена различными способами. Например, в виде качественной характеристики («хорошо — удовлетворительно — плохо» или «зачет — незачет»), выставляемой отметки, как в школе (от «единицы» до «пятерки»), набранных очков (например, в многоборье), факте выполнения разрядных норм или норм комплекса ГТО — во всех случаях она имеет общие черты.

Различают учебные оценки, которые выставляет преподаватель ученикам по ходу учебного процесса, и квалификационные, под которыми понимаются все прочие виды оценок (в частности, результаты официальных соревнований, тестирования и др.). Большой разницы между учебными и квалификационными оценками нет, однако процедура квалификационного оценивания, как правило, более сложна. Это связано с его большой ответственностью и необходимостью обеспечить максимальную справедливость и полезный эффект оценок.

В полном, развернутом виде оценивание проводят в два этапа. На первом показанные спортивные результаты превращают на основе так называемых шкал оценок в очки (промежуточная оценка), а на втором, после сравнения набранных очков с заранее установленными нормами определяют итоговую оценку. Последовательность действий видна из схемы (см. стр. 29), где дополнительно показаны также этапы тестирования и измерения результатов теста.

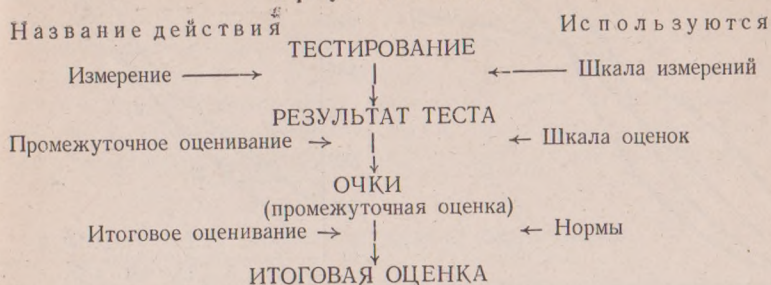
Например, при присвоении спортивного разряда в многоборьях результаты в отдельных видах переводят в очки, а затем, после сравнения с нормами спортивной классификации, выводят итоговую оценку — присваивают спортивный разряд.

---

<sup>1</sup> В научной спортивной литературе термин «оценка» также используется в том смысле, в каком он применяется в математической статистике: зафиксированное в опыте значение некоторой величины (параметра генеральной совокупности). Когда будет возникать опасность смешения понятий, здесь будет использоваться термин «статистическая оценка» (в противовес определенной выше «педагогической оценке»).

Не во всех случаях оценивание происходит по такой развернутой схеме. Порой промежуточное и итоговое оценивания сливаются.

### Схема оценивания спортивных результатов и результатов тестов



## 1.2. Таблицы очков по видам спорта и шкалы оценок

Анализ таблицы очков по некоторым видам спорта позволит ввести ряд понятий, необходимых в дальнейшем.

Цель любой таблицы — преобразование показанного спортивного результата (выраженного в объективных мерах: килограммах, секундах и т. п., в занятом месте или числе и значимости побед) в условные очки. Закон преобразования спортивных результатов в очки называется шкалой оценок. Шкала может быть задана в виде математического выражения (формулы), таблицы или графика. На рис. 6 схематически показаны 4 основных типа шкал, встречающихся в спорте и физическом воспитании.

Первый тип — **пропорциональные шкалы**. Этот тип шкал предполагает начисление одинакового числа очков за равный прирост результатов (например, за каждые 0,1 сек. улучшения результата в беге на 100 м спортсмену добавляют 20 очков). Пропорциональные шкалы приняты в современном пятиборье, конькобежном спорте, гонках на лыжах, лыжном двоеборье, биатлоне и других видах спорта (рис. 7).

Второй тип — **регрессирующие шкалы**. В этом случае за один и тот же прирост результатов начисляют по мере возрастания спортивных достижений все меньшее число очков (например, за улучшение результата в беге на 100 м с 15,0 до 14,9 сек. добавляют 20 очков, а за 0,1 сек. в диапазоне 10,0—9,9 сек. — только 15 очков). Такие шкалы обычно кажутся несправедливыми, но применение их во многих случаях целесообразно (см. 1.4). Шкалы такого типа приняты сейчас в легкой атлетике, в некоторых видах прыжков и метаний (рис. 8).

Третий тип — **прогрессирующие шкалы**. Здесь чем выше спортивный результат, тем большей прибавкой очков оценивается его улучшение (например, за улучшение времени бега от 15,0 до

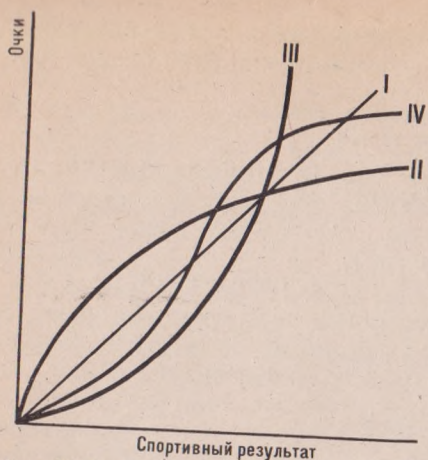


Рис. 6. Основные типы шкал оценок: I — пропорциональная шкала, II — регрессирующая, III — прогрессирующая, IV — сигмовидная

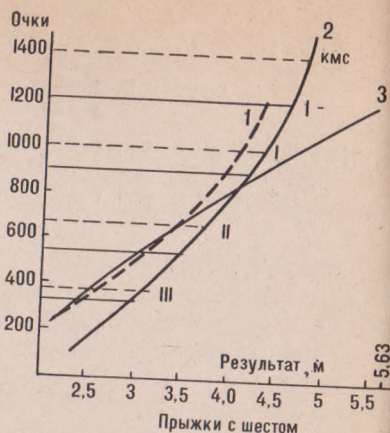


Рис. 8. Шкала оценок результатов в прыжках с шестом (по таблицам очков разных лет: 1 — таблица 1950 года; 2 — 1962 года; 3 — международная таблица 1964 года); кмс, I, II, III — нормы ЕВСК

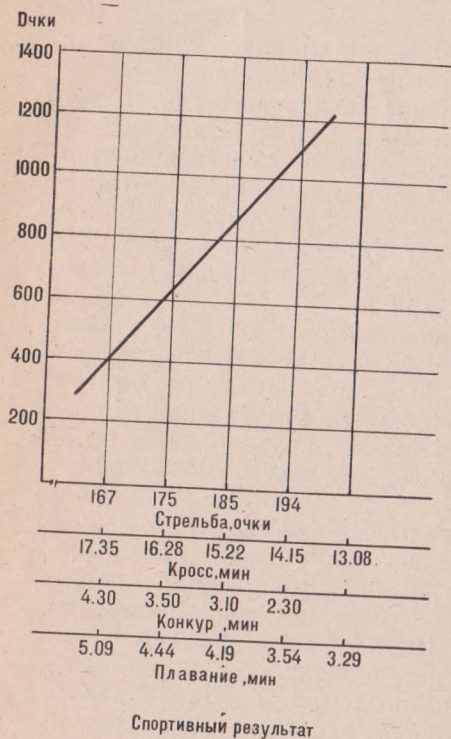


Рис. 7. Шкалы оценок результатов в современном пятиборье

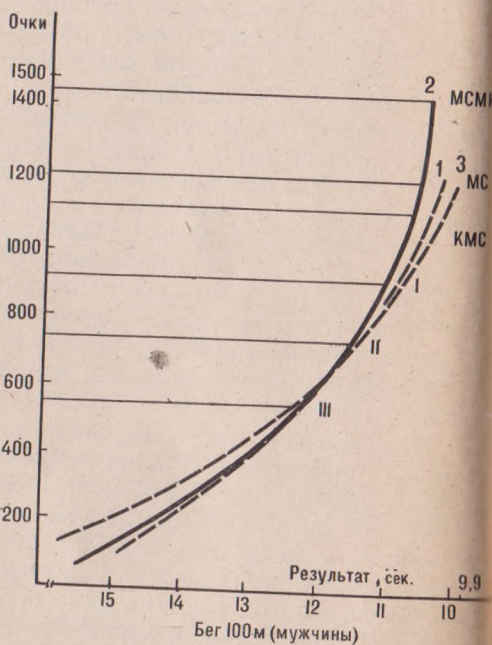


Рис. 9. Шкалы оценок результатов в беге на 100 м (1 — таблица 1950 года; 2 — 1962 года; 3 — международная таблица 1964 года)

14,9 сек. добавляют 10 очков, а от 10,0 до 9,9 сек. — 100 очков). Прогрессирующие шкалы применяются в плавании, отдельных видах легкой атлетики, тяжелой атлетике (рис. 9).

Четвертый тип — **сигмовидные (или S-образные) шкалы**. В этих шкалах улучшение результатов в зонах очень низких и очень высоких достижений поощряется скупое; больше всего очков приносит прирост достижений в средней зоне. Для оценки спортивных результатов такие шкалы не используются, но они популярны при оценке физической подготовленности (например, так выглядит шкала стандартов физической подготовленности населения США).

### 1.3. Основные задачи оценивания

Основные задачи оценивания сводятся к необходимости:

1. Сопоставить разные достижения в одном и том же задании (тесте, спортивной дисциплине, упражнении, виде многоборья). Например, сопоставить спортивные результаты, равные норме мастера спорта и первого разряда. Сколько перворазрядных результатов соответствует одному мастерскому?

2. Сопоставить достижения в разных заданиях. Главным здесь является уравнивание оценок за достижения одинаковой трудности в разных видах спорта или программы соревнований. Такие равно трудные достижения называются эквивалентными.

3. Определить нормы. В отдельных случаях (школьные оценки, комплекс ГТО и т. п.) нормы совпадают с градациями шкалы.

Решение этих задач полностью определяет систему оценки.

### 1.4. Проблема критерия

Две группы критериев могут лежать в основе оценки. Оценка должна:

1. Быть справедливой, т. е. оценивать достижения

а) равной трудности (эквивалентные) равным числом очков,

б) неравной трудности — тем большим числом очков, чем выше трудность достижений.

2. Приводить к практически полезным результатам.

Эти критерии не всегда совместимы. Например, прогрессирующая шкала, в принципе, представляется справедливой: даже немного повысить мировой рекорд несравненно труднее, чем добиться такого же прироста результатов на уровне третьего разряда. Эту неравную трудность шкала учитывает: чем выше спортивный результат, тем больше очков начисляется за равный прирост достижений. Практически это приводит к тому, что спортсменам-многоборцам становится выгодно тренировать прежде всего свои любимые виды — те, где они могут получить наибольшее число очков. В условиях командной борьбы прогрессирующая шкала поднимает ценность высоких спортивных результатов, но чрезмерно высокая прогрессия тормозит массовость: один спортсмен высокой квали-

фикации дает намного больше очков команде, чем несколько разрядников.

Регрессирующие шкалы едва ли можно считать справедливыми, но они полезны. В многоборьях они стимулируют внимание к отстающим видам, в командных соревнованиях — массовость (в ущерб мастерству).

Вопрос о том, какая система оценки лучше, бессмыслен, если не поставлена цель, ради которой она вводится. Например, если стоит цель (скажем, на соревнованиях по ОФП) устранить слабые звенья в подготовке, то регрессирующая шкала более приемлема, несмотря на ее несправедливость.

Разумеется, во всех случаях, где это осуществимо, целесообразно сочетать критерии обеих групп («справедливость» и «полезный эффект»).

Уже отмечалось, что непосредственно сопоставлять достижения в разных заданиях нельзя (скажем, неясно, что труднее — бег 100 м за 11,0 с или прыжок в высоту на 2,00 м). В таких случаях используют косвенные подходы. Наиболее распространены шкалы, где эквивалентными считают достижения, доступные одинаковому числу людей одного пола и возраста. Согласно этому критерию, все существующие мировые рекорды эквивалентны и должны оцениваться одинаковым числом очков; эквивалентны также сотые результаты в списках сильнейших спортсменов; результаты, которые доступны 50% девочек двенадцатилетнего возраста и т. п. Шкалы, основанные на этом критерии, см. в разделе 2.

## 2. ШКАЛЫ ОЦЕНОК

### 2.1. Стандартные шкалы

Эти шкалы названы так потому, что масштаб в них служат стандартные (средние квадратические) отклонения. Простейшей стандартной шкалой является  $Z$ -шкала. В этой шкале начисляемые очки равны нормированному отклонению<sup>1</sup>. Средний результат в ней оценивается в ноль очков, результаты ниже средней величины получают отрицательные очки, а подавляющее большинство результатов укладывается в диапазоне от  $-3,0$  до  $+3,0$ . Из-за отрицательных значений эта шкала неудобна и используется редко.

Наиболее популярна среди стандартных шкал  $T$ -шкала. Здесь средняя приравнивается 50, а стандарт 10 очкам:

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

где  $X$  — показанный результат,  $\bar{X}$  и  $\sigma$  — как обычно, средняя величина и стандартное отклонение. Например, если средняя величина в прыжках в длину с места равнялась 224 см, а стандарт — 20 см,

<sup>1</sup> Отклонение от средней, выраженное в единицах стандартного отклонения, называется нормированным отклонением.

то за результат 222 см начисляется 49 очков, а за 266 см — 71 очко (проверьте, правильно ли это).

Разумеется, приравнивание средней к 50, а стандарта к 10 очкам произвольно. В мировой практике используются и другие стандартные шкалы.

### Некоторые стандартные шкалы

Название	Основная формула	Где и для чего используется
C-шкала	$C = 5 + 2 \cdot z$	При массовых обследованиях, когда не требуется большая точность
Шкала школьных отметок	$H = 3 - z$	В ряде стран Европы
Шкала Бине	$B = 100 + 16 \cdot z$	При психологических исследованиях интеллекта
Экзаменационная шкала	$E = 500 + 100 z$	В США, при поступлении в высшие учебные заведения

Стандартные шкалы являются пропорциональными (см. 1.2). Они пригодны, если распределение результатов теста близко к нормальному. Используя таблицы нормального распределения, легко узнать, какой процент лиц находится в том или ином диапазоне стандартной шкалы. Например, больше 50 и меньше 60 очков по T-шкале будут в среднем набирать 34% всех спортсменов.

## 2.2. Перцентильная шкала

Если, например, проводится кросс с общим стартом, спортсмену можно начислять столько очков, сколько участников (в процентах) он обогнал. опередил всех — (100%) — получает 100 очков, выиграл у 72% — 72 очка и т. д. Тот же принцип можно использовать и в других тестах: число начисляемых очков приравнять проценту лиц, которых опередил данный участник. Шкала, построенная таким образом, называется перцентильной, а интервал этой шкалы — перцентилем. Один перцентиль включает 1% всех испытуемых. 50%-ный перцентиль, как известно, называется медианой. Поскольку большая часть людей показывает результаты, близкие к средним, и сравнительно мало людей имеет очень высокие или очень низкие результаты, перцентили соответствуют разным приростам результатов тестов: в середине шкалы — малым, на краях — большим (рис. 10).

Перцентильные шкалы относятся к сигмовидным шкалам. Ведь сигмовидные шкалы это, по существу, функции нормального распределения (см. рис. 18 в приложении 1). Перцентильные шкалы очень наглядны и поэтому широко используются (рис. 11).

Рис. 12 иллюстрирует некоторые шкалы, основанные на свойствах нормального распределения.



### 2.3. Нормализованная Т-шкала

В тех случаях, когда распределение результатов теста резко асимметрично, Т-шкалу непосредственно рассчитать нельзя. Однако ее можно получить путем так называемой нормализации. Это делается в три этапа:

1) находят перцентили исходного асимметричного распределения;

2) используя таблицы нормального распределения, определяют нормированное отклонение, соответствующее данному перцентилю (т. е. поступают так, как будто распределение нормально);

3) принимая медиану распределения (на среднюю) за 50 очков, а один стандарт, как обычно, за 10 очков, строят нормализованную Т-шкалу.

Эта шкала не пропорциональная (равные приросты результатов оцениваются неравным числом очков), но, как и в случае обычной Т-шкалы, в данном случае известно, какой процент результатов лежит в определенном диапазоне (например, в интервале от 50 до 60 очков находится в среднем 34% всех испытуемых).

Связи между исходным распределением и нормализованной Т-шкалой показаны на рис. 13.

Когда распределение результатов теста нормально, обычная и нормализованная Т-шкалы совпадают.

### 2.4. Шкалы выбранных точек

Описанные шкалы можно построить, если известно статистическое распределение результатов теста: средняя, стандарты и другие параметры распределения. Такие данные не всегда удается получить. Это достижимо, например, при разработке таких шкал, как комплекс ГТО, нормы по физическому воспитанию в школе и т. п., и недостижимо при разработке таблиц по видам спорта.

В последнем случае обычно поступают так: берут какой-нибудь высокий спортивный результат (например, мировой рекорд или 10-й результат в истории данного вида спорта) и приравнивают его, скажем, к 1000 или 1200 очкам. Затем на основе результатов массовых испытаний определяют среднее достижение группы слабо подготовленных лиц и приравнивают его, скажем, к 100 очкам. Если используется пропорциональная шкала, то осталось лишь выполнить арифметические вычисления — ведь две точки однозначно определяют прямую линию. Шкала, построенная таким образом, называется шкалой выбранных точек.

При использовании прогрессирующих или регрессирующих шкал сложно выбрать степень их отклонения от прямолинейной зависимости. Например, если за улучшение времени бега с 15,0 до 14,9 сек. начисляется 10 очков, то разница между результатами 10,0 и 9,9 сек. может оцениваться, скажем, в 15 или 150 очков. Обычно такой выбор происходит на основе личного мнения специалистов. Научные методы решения этой задачи не разработаны.

### Нормальное распределение

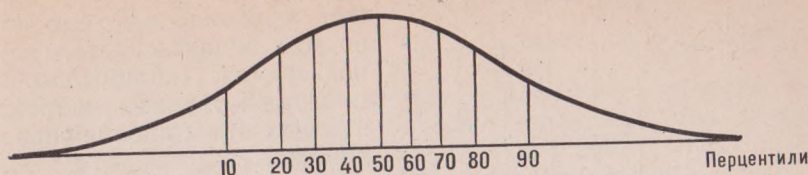


Рис. 10. Соотношение между нормальным распределением и перцентильной шкалой

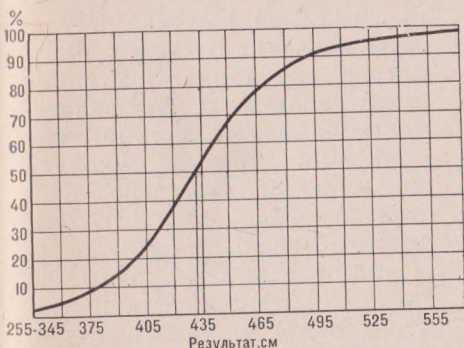


Рис. 11. Пример перцентильной шкалы, построенной по результатам тестирования студентов московских вузов в прыжках в длину ( $n=4000$ , данные Е. Я. Бондарейского).

По абсциссе — результат в прыжках в длину, по ординате — процент студентов, показавших результат, равный данному или лучше его (например, 50% студентов прыгают в длину на 4 м 30 см и дальше)

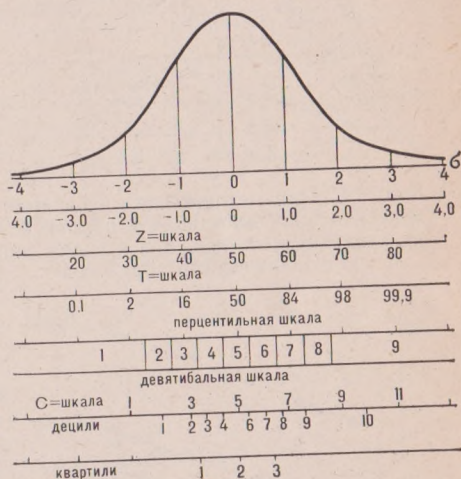


Рис. 12. Наиболее распространенные шкалы и их связь с нормальным распределением



Рис. 13. Связь между исходным асимметричным распределением и нормированной Т-шкалой

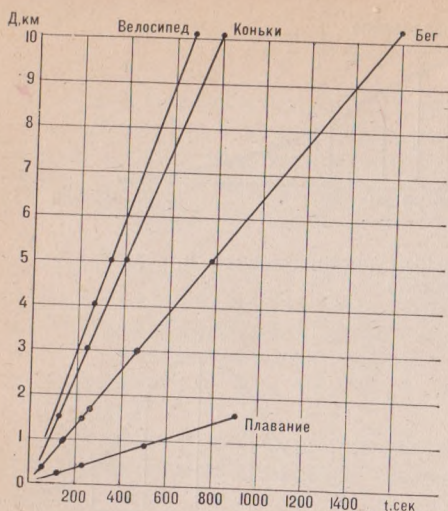


Рис. 14. Параметрическая зависимость между длиной дистанции и временем по данным мировых рекордов в видах спорта циклического характера

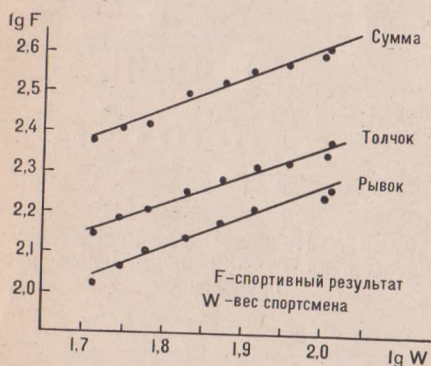


Рис. 15. Параметрическая зависимость между спортивным результатом и собственным весом штангистов (по данным мировых рекордов)

В этом, видно, и лежит основная причина того, что почти во всех видах спорта, где используются таблицы очков, многие спортсмены и тренеры не считают их вполне справедливыми.

## 2.5. Параметрические шкалы

В циклических видах спорта и тяжелой атлетике результаты зависят от таких параметров, как длина дистанции и вес спортсмена. Эту зависимость называют параметрической. Для мировых рекордов она имеет сравнительно простой вид (рис. 14 и 15). Для других эквивалентных достижений (например, равных по трудности второму или первому разряду) параметрические зависимости должны выглядеть аналогично, т.е. также представлять собой подобные прямые.

В принципе можно найти параметрические зависимости, которые являются геометрическим местом точек эквивалентных достижений. Шкалы, построенные на основе этих зависимостей, называются параметрическими и относятся к числу наиболее точных.

## 3. НОРМЫ

### 3.1. Разновидности норм

Нормой в спортивной метрологии называется граничная величина результата, служащая основой для отнесения спортсмена в одну из классификационных групп. Спортсменов можно делить на такие группы в соответствии со спортивными разрядами, градациями комплекса ГТО, степенью тренированности и т. п.

Существует три вида норм:

- а) сопоставительные,
- б) индивидуальные,
- в) должные.

Сопоставительные нормы имеют в своей основе сравнение людей, принадлежащих к одной и той же совокупности<sup>1</sup>. Обычно сопоставительные нормы строятся с помощью шкал, описанных в разделе 2, но можно вводить нормы и непосредственно на основе средних и стандартных отклонений. Например, если вводят 7 классификационных групп, то можно это сделать так, как показано в табл. 5.

Таблица 5

Возможные градации оценок и норм

Оценка		Границы	Процент испытуемых	Нормы в шкалах		
словесная	в баллах			Z	$\tau$	перцентильный
Очень низкая	1	Ниже $\bar{X} - 2\sigma$	2,27	—	—	—
Низкая	2	От $\bar{X} - 2\sigma$ до $\bar{X} = 1\sigma$	13,59	-2,0	30	2,5
Ниже средней	3	От $\bar{X} - 1\sigma$ до $\bar{X} - 0,5\sigma$	14,99	-1,0	40	16
Средняя	4	От $\bar{X} - 0,5\sigma$ до $\bar{X} + 0,5\sigma$	38,29	-0,5	45	31
Выше средней	5	От $\bar{X} + 0,5\sigma$ до $\bar{X} + 1\sigma$	14,99	+0,5	55	69
Высокая	6	От $\bar{X} + 1\sigma$ до $\bar{X} + 2\sigma$	13,59	+1,0	60	84
Очень высокая	7	Выше $\bar{X} + 2\sigma$	2,27	+2,0	70	97,5

Примечание. Нормы в перцентильной шкале получаются как округленные суммы процента испытуемых, которым они недоступны.

Нормы такого рода удобны тем, что сразу ясно, какому проценту лиц они посильны. Такие нормы целесообразны, когда можно экспериментально зарегистрировать средние значения и стандартные отклонения результатов в той совокупности, для которой нормы вводятся.

В сопоставительных нормах используется иногда также другой критерий (кроме процента лиц, которым доступна норма) — время, которое необходимо, чтобы достичь определенного уровня результатов. Например, при определении разрядных норм Единой всесоюзной спортивной классификации стараются, чтобы сроки подготовки

<sup>1</sup> В данном случае совокупность — это группа людей, имеющих общие признаки, например жители Москвы, или 12-летние мальчики, или баскетболисты II разряда, или члены сборных команд СССР и т. п.

спортсменов одних и тех же разрядов во всех видах спорта были примерно одинаковыми.

Сопоставительные нормы характеризуют лишь сравнительные успехи испытуемых в данной совокупности, но ничего не говорят о совокупности в целом. Может случиться, что в определенном районе в определенных исторических условиях уровень физической подготовленности детей недостаточен. Если в этом случае построить какую-либо шкалу оценок (например, одну из стандартных шкал) и затем на ее основе ввести нормы, например, так, как это сделано в табл. 5, то заведомо неприемлемый уровень будет признан «средним» и создастся видимость благополучия. Поэтому сопоставительные нормы должны сравниваться с данными, полученными на других совокупностях, и использоваться в сочетании с индивидуальными и должными нормами.

Индивидуальные нормы основаны на сравнении показателей одного и того же спортсмена в разных состояниях. Например, во многих видах спорта нет зависимости между собственным весом спортсмена и спортивным результатом: спортсмены любого веса могут добиться примерно равных успехов. Вводить сопоставительную норму здесь не имеет смысла. Однако у каждого спортсмена есть индивидуально оптимальный вес, соответствующий спортивной форме. Эту индивидуальную норму можно определить, систематически регистрируя вес данного спортсмена в течение достаточно длительного времени. Индивидуальные нормы особенно широко используются в текущем контроле.

Должные нормы основаны на анализе того, что должен уметь делать человек, чтобы успешно справляться с задачами, которые перед ним ставит жизнь: труд, оборонная деятельность, быт, спорт и др. Пример: нормы по плаванию в комплексе ГТО было бы неверно вводить на основе среднего уровня умения плавать людей определенного возраста. Может случиться, что в среднем они плавают недостаточно хорошо. Эти нормы надо вводить с учетом того, как должен уметь плавать человек, чтобы уверенно держаться на воде и преодолевать водные преграды. Здесь, очевидно, целесообразно ввести должную норму.

Таким образом, сопоставительные, индивидуальные и должные нормы имеют в своей основе сравнение результатов спортсмена с результатами других спортсменов, того же спортсмена, но в разные периоды и разных состояниях, с должными величинами.

### 3.2. Возрастные нормы

Эти нормы относятся к сопоставительным. Они основаны на том очевидном факте, что с возрастом функциональные возможности людей изменяются. Есть два варианта определения возрастных норм. В первом для людей каждого возраста составляется обычным образом одна из шкал оценок (например, перцентильная шкала или Т-шкала) и затем с ее помощью вводятся нормы (скажем, равные 50 или 75 очкам по перцентильной шкале). Во втором ва-

Таблица 6

Двигательный возраст мальчиков  
по данным прыжков в длину  
с места

Результат (см)	Двигательный возраст (годы, месяцы)
130	7—1
135	7—6
140	8—0
145	8—5
150	9—1
155	9—9
160	10—8
165	11—8

рианте определяется так называемый биологический (в частном случае, двигательный) возраст. Он соответствует среднему календарному возрасту людей, показывающих данный результат. Например, мальчик (неважно какого возраста) прыгнул в длину с места на 144 см. Средний результат восьмилетних мальчиков равен 140 см (табл. 6), а мальчиков 8 лет 5 месяцев — 145 см. Отсюда легко подсчитать, что 144 см соответствуют двигательному возрасту 8 лет 4 месяца (8—4).

Если двигательный возраст опережает календарный, то таких детей называют двигательными акселерантами, если отстает — ретардантами. Например, если три мальчика, одному из которых 7, второму 8, а третьему 9 лет (это их календарный возраст), прыгнули в длину с места на 140 см, то первый из них — акселерант, третий — ретардант, а у второго двигательный возраст (по данному тесту) соответствует календарному. Из-за неодновременности развития может случиться, что по одним показателям ребенок будет относиться к акселерантам, а по другим — к ретардантам. Полные акселеранты и ретарданты встречаются редко.

При определении возрастных норм людей разделяют на возрастные группы. Например, в комплексе ГТО приняты следующие возрастные группы:

Степень комплекса	Мужчины, годы	Женщины, годы
I — «Смелые и ловкие»	10—13	10—13
II — «Спортивная смена»	14—16	14—16
III — «Сила и мужество»	16—18	16—18
IV — «Физическое совершенство»	19—39	19—34
V — «Бодрость и здоровье»	40—60	35—55

Видно, что у детей и подростков возрастные градации более частые, чем у взрослых. Это связано с быстрым изменением двигательных возможностей детей (см. табл. 6). В научных исследованиях приняты еще более частые градации — не более полугодя, а в особо точных случаях — до двух месяцев. Определять возраст в месяцах и днях неудобно. Международные стандарты требуют исчислять возраст по десятичной системе (табл. 7).

Возраст при этом определяется как разность между датой тестирования и датой рождения (в десятичной системе).

Если подобные тесты подобрать не удастся, приходится вводить нормы с учетом не только возраста, но также роста и веса. Пример номограмм для определения среднего результата в прыжке в длину с места у 15-летних мальчиков и девочек приведен на рис. 17. Чтобы определить средний результат, надо соединить на номограмме значения роста и веса прямой линией. Пересечение ее со шкалой результатов в прыжке в длину с места укажет среднее значение в этом тесте. Той же цели служат так называемые классификационные индексы (КИ). Один из них, используемый для оценки физической подготовленности школьников США и Канады, выглядит так:  $КИ = 20 \text{ возраст (в десятичной системе)} + 2,5 \text{ рост (см)} + + 2,0 \text{ вес (кг)} - 12$ .

Для каждого значения КИ разработана перцентильная шкала. Определив значение КИ для отдельного испытуемого, можно оценить его физическую подготовленность с учетом возраста, роста и веса.

### 3.4. Пригодность норм

Нормы составляются для определенной группы (совокупности) людей и пригодны только для этой группы. Например, нормы, разработанные на основе обследования детей Москвы, нельзя механически переносить на детей Средней Азии. Пригодность норм только для той совокупности, для которой они разработаны, называется релевантностью норм.

Нормы пригодны, если они устанавливались на основе обследования типичной выборки испытуемых из всей группы (генеральной совокупности), для которой они вводятся. Как известно из математической статистики, выборка, точно отражающая генеральную совокупность, называется репрезентативной. Например, если для определения норм отбираются школы, имеющие лучшие условия для занятий физической культурой, то такая выборка может быть нерепрезентативна по отношению ко всем школам.

Наконец, учитывая, что двигательные возможности людей разных поколений неодинаковы, нормы необходимо периодически пересматривать. Норма должна быть современна.

Релевантность, репрезентативность и современность норм — обязательные условия их пригодности.

#### Вопросы для самопроверки

1. Справедлива ли система оценок в вашем виде спорта? Обоснуйте свое мнение.
2. Каковы основные типы шкалы оценок?
3. Каковы основные разновидности норм?
4. Какие исследования надо провести, чтобы определить шкалы оценок и нормы:
  - а) комплекса ГТО в беге на 100 м;
  - б) результатов в плавании и гонках на лыжах студентов, не специализирующихся в этих видах;

- в) физической подготовленности футболистов команд высшей лиги;  
 г) Всесоюзной спортивной классификации — в плавании, в вашем виде спорта?
5. Какие разновидности шкал и норм вы рекомендуете использовать:  
 а) при отборе в детские спортивные школы,  
 б) в общеобразовательной школе,  
 в) на вступительных экзаменах в институт физической культуры,  
 г) для оценки подготовленности спортсменов в вашем виде спорта?

### Литература

Зацнорский В. М. Кибернетика, математика, спорт. М., ФИС, 1969, стр. 12—18, 87—97.

Зацнорский В. М., Бондаревский Е. Я., Петросян А. Н. Проблема оценки спортивных достижений. М., Методкабинет ГЦОЛИФКа, 1976.

Бондаревский Е. Я., Парнас В. П., Данилов Ю. Г. К вопросу о статистическом распределении результатов физической подготовленности студентов. «Теория и практика физической культуры», 1975, № 3.

Зацнорский В. М., Петров И. Ф. Некоторые практические аспекты анализа зависимости между силой и собственным весом спортсмена. «Теория и практика физической культуры», 1964, № 7.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ФОРМУЛЫ СТАТИСТИКИ

Приложение имеет целью напомнить пройденный курс статистики и используется как справочник.

Предположим, что результаты 11 спортсменов в каком-либо тесте оказались равными:

10, 15, 14, 11, 11, 12, 13, 12, 9, 13, 12

#### 1.1. Вариационные ряды

Варианта — наблюдаемое значение признака:

10, 15, 14... 12

Ранжирование — расположение вариант в порядке их возрастания:

9, 10, 11, 11, 12, 12, 12, 13, 13, 14, 15

Частота — число определенных вариант в ряде наблюдений: варианты 9, 10, 14, 15 повторились один раз, 11, 13 — по два раза, 12 — три раза.

Частость — относительная частота, т. е. отношение частоты к общему числу наблюдений (может выражаться в процентах).

Вариационный ряд — ранжированный ряд вариант с указанием их частоты или частости:

частота	1	1	2	3	2	1	1
варианта	9	10	11	12	13	14	15



Накопленная частота — число вариантов со значением меньшим или равным данной:

накопленная частота	1	2	4	7	9	10	11
варианта	9	10	11	12	13	14	15

## 1.2. Средние

Средняя арифметическая или просто средняя ( $\bar{X}$ ) =

$$\bar{X} = \frac{\text{сумма вариантов}}{\text{число наблюдений}} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N} =$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{i=N} X_i}{N} = \frac{10 + 15 + 14 + \dots + 12}{11} = 12.$$

Здесь:  $X_1, X_2 \dots X$  — варианты,  $N$  — число наблюдений;  $\Sigma$  — знак суммирования.

Медиана ( $Me$ ) — средняя варианта ранжированного ряда, делящая его на две равные части

9, 10, 11, 11, 12, 12, 12, 13, 13, 14, 15;  $Me = 12$

Значения средней и медианы не обязательно совпадают.

## 1.3. Меры рассеивания

Дисперсия

$$(D \text{ или } \sigma^2) = \frac{\Sigma (X - \bar{X})^2}{N - 1} = \frac{(10 - 12)^2 + (15 - 12)^2 + \dots + (12 - 12)^2}{10} =$$

$$= 3,33.$$

Среднее квадратическое отклонение (его называют также стандартным отклонением или просто стандартом)

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{\frac{\Sigma (X - \bar{X})^2}{N - 1}} = \sqrt{3,33} = 1,81.$$

Используются также:

— сумма квадратов  $Q = \Sigma (X - \bar{X})^2$ , равная числителю в формулах дисперсии и стандарта;

— нормированное отклонение, т. е. отклонение варианты от средней, выраженное в единицах стандартного отклонения;

— ошибка средней

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}.$$

## 1.4. Распределения

Закон распределения случайной величины — соответствие между возможными значениями вариант и их вероятностями.

Функция распределения определяет вероятность того, что значения варианты будут меньше определенного числа  $X$ , а плотности распределения — вероятность того, что значение варианты будет равно этому числу. Функции распределения соответствуют накопленные частоты, а плотности распределения — частоты эмпирических (т. е. зарегистрированных в опыте) вариационных рядов.

Нормальное распределение — наиболее часто встречающийся вид распределения. Его функция и плотность показаны на рис. 18 и 19. Нормальное распределение полностью определяется своей средней и стандартом. По таблицам нормального распределения (они имеются во всех книгах по статистике) можно узнать, какова вероятность появления вариант

в любом значении интервала (например, в пределах от  $x$  до  $x + 1.0\sigma$  будет лежать 34,13% всех наблюдений — см. рис. 19; а 50% вариант будут меньше, чем  $\bar{X}$  — см. рис. 18).



Рис. 18. Функция нормального распределения

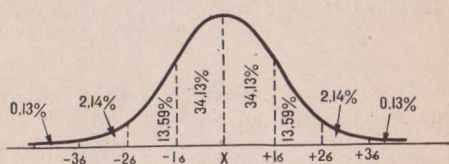


Рис. 19. Плотность нормального распределения (такой график называют также кривой распределения или нормальной кривой).

Проценты указывают относительную частоту вариант, попадающих в соответствующий интервал

## 1.5. Корреляция и регрессия

Условная средняя —  $Y(X)$  — средняя одного признака ( $Y$ ) при определенном значении второго ( $X$ ). Пример: средний вес ( $Y$ ) людей, имеющих рост ( $X$ ) 190 см.

Корреляционная зависимость — зависимость между одной случайной переменной и условной средней другой. Пример: зависимость между значением роста и веса спортсменов. Корреляционная зависимость характеризуется теснотой (силой) и формой связи.

Форма связи описывается кривой регрессии. Кривой регрессии  $Y$  по  $X$  называется условное среднее значение  $Y$  как функции  $X$ . Если  $Y(X)$  является линейной функцией  $X$ , т. е.  $Y(X) = a + bX$ , где  $a$  и  $b$  — действительные числа ( $b$  — коэффициент регрессии), такая связь называется линейной (рис. 20).

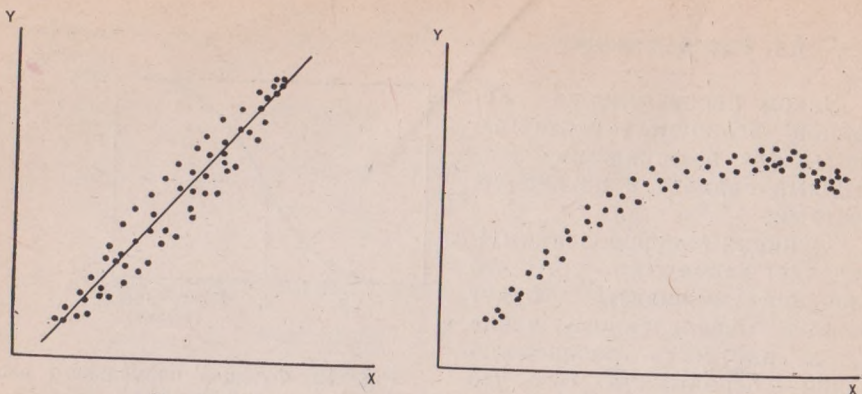
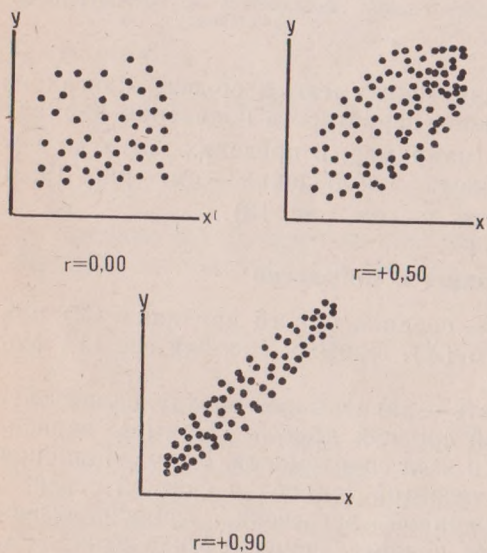


Рис. 20. Разные формы связи между переменными:  
 слева: — линейная регрессия  $\bar{y}(x) = a + bx$ , справа — нелинейная регрессия  $\bar{y}(x) \neq a + bx$ .  
 Точки на графике соответствуют отдельным парам наблюдений. Графики такого рода называют корреляционными полями

В случае линейной связи ее теснота характеризуется коэффициентом корреляции:

$$r = \frac{\Sigma (X - \bar{X}) \cdot (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma (X - \bar{X})^2 \cdot \Sigma (Y - \bar{Y})^2}}$$

( $r$ ) может быть положительным или отрицательным. По абсолютной величине он может изменяться от нуля до единицы ( $0 \leq |r| \leq 1$ ) — рис. 21.



## 1.6. Дисперсионный анализ

Дисперсионный анализ (ДА) позволяет выделить и оценить степень влияния различных факторов на какой-либо признак. Если исследуется влияние одного фактора, используется однофакторный ДА, если двух — двухфакторный и т. д. Например, изучать влияние спортивной квалификации (например, МПК, силу подошвенных сгибателей) на какой-либо признак можно с помощью однофакторного анализа (фактор — спортивная квалификация), а совместное влияние квалификации и вида спорта — с помощью двухфакторного анали-

Рис. 21. Корреляционные поля, соответствующие разным значениям коэффициента корреляции

за (факторы — квалификация спортсмена и вид спорта).

Выбранное или зафиксированное значение фактора называется уровнем (например, уровень кандидатов в мастера спорта). Совокупность вариантов, относящихся к одному уровню (в однофакторном анализе), или их сочетание (в многофакторном анализе — например, кандидаты в мастера, стрелки) называют классом или группой.

Основное уравнение однофакторного дисперсионного анализа:

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

где  $Q_1$  — сумма квадратов отклонений между классами;

$Q_2$  — сумма квадратов отклонений внутри классов;

$Q$  — общая, или полная, сумма квадратов.

Пусть есть  $k$  различных уровней при  $n$  наблюдениях в каждом. Отдельные варианты можно обозначить  $X_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,k$ ;  $j=1,2,\dots,n$ ),  $X$  — общая средняя,  $X_i$  — средняя  $i$ -того класса. Тогда можно записать итоговую таблицу (табл. 8).

Таблица 8

Итоги дисперсионного анализа

Источник изменчивости	Сумма квадратов	Степени свободы	Дисперсии (средние квадраты)
Различия между классами	$Q_1 = n \sum_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2$	$f_1 = k - 1$	$\sigma_1^2 = Q_1 : f_1$
Различия внутри классов	$Q_2 = \sum_{i,j} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$	$f_2 = nk - k$	$\sigma_2^2 = Q_2 : f_2$
Общая, или полная, изменчивость	$Q = \sum_{i,j} (X_{ij} - \bar{X})^2$	$f = nk - 1$	$\sigma^2 = Q : f$

Для оценки существенности влияния фактора дисперсии  $\sigma_1^2$  и  $\sigma_2^2$  сравнивают по  $F$ -критерию  $\left( F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \right)$ . Значения  $F$  сопоставляют с табличными данными (таблица распределения есть во всех книгах по статистике).

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ СПОРТИВНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
1. Состояние спортсмена и модельные характеристики			
1.1 Состояние спортсмена	Уровень морфо-функциональных свойств спортсмена, определяющих его возможности к демонстрации спортивных достижений. В идеале характеризуется максимально возможным набором признаков, зарегистрированных в какой-либо момент времени	Комплексное измерение максимально-возможного числа признаков	Состояние спортсмена в мае или сентябре, состояние после пробега-ния дистанции 1000 м за 3.00 и т. п.
1.2 Оперативное состояние	Быстро изменяющееся состояние, в частности под влиянием однократного сеанса физических упражнений	Измерения, проведенные во время выполнения тренировочных или соревновательных упражнений, или непосредственно после их окончания	Состояние пловца на определенном метре дистанции или через 10 мин. после заплыва и т. п.
1.3 Оперативная готовность	Частный случай оперативного состояния, характеризующийся немедленной готовностью к выполнению соревновательного упражнения с результатом, близким к максимальному	Спортивный результат, показанный в данном состоянии, а также косвенные измерения, оценивающие потенциальную возможность демонстрации высокого спортивного результата	Состояние в момент, непосредственно предшествовавший старту, в котором был показан рекордный результат
1.4 Текущее состояние	Состояние, изменяющееся ото дня ко дню в пределах одного или нескольких тренировочных микроциклов	Результаты измерений, проведенных ежедневно либо в каждом микроцикле	Состояние на следующий день после тренировочного занятия, соревнования или дня отдыха
1.5 Текущая готовность	Частный случай текущего состояния, характеризующийся готовностью к выполнению в бли-	Измерения, проведенные за несколько дней до старта, в котором был показан рекордный результат	Состояние за одну неделю до достижения рекордного результата

Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
1.6 Этапное (перманентное) состояние	жайшие дни соревновательного упражнения с результатом, близким к максимальному	Измерения на отдельных этапах тренировки	Состояние в конце подготовительного периода тренировки
1.7 Подготовленность спортсмена	Комплексная характеристика этапного (перманентного) состояния спортсмена, отражающая его возможности к демонстрации спортивных достижений в ближайшие месяцы	Измерения на отдельных этапах тренировки, контрольные соревнования	Уровень подготовленности в конце подготовительного периода тренировки
1.8 Тренированность	Одна из сторон подготовленности спортсмена, характеризующая степень его приспособленности к тренировочным или тестирующим нагрузкам	Измерение физиологических реакций организма при выполнении определенных (желательно стандартных) тренировочных или тестирующих нагрузок	Измерение ЧСС после преодоления определенной дистанции в заданное время
1.9 Модельные характеристики спортсмена	Идеальные характеристики состояния, в котором могут быть показаны результаты, соответствующие высшим мировым достижениям	Прогнозирование	Вероятные характеристики будущего рекордсмена мира в беге на 800 м, например величина МПК или максимальная скорость бега и т. п.
1.10 Этапные модельные характеристики	Идеальные показатели состояния спортсмена на отдельных этапах подготовки	Прогнозирование, а также данные наблюдений прежних лет	Величина МПК, которую должны достичь конькобежцы в сентябре, чтобы иметь возможность продемонстрировать рекордные результаты в зимние месяцы

Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
<b>2. Тренировочные эффекты</b>			
2.1 Срочный тренировочный эффект	Изменения, наступающие в организме спортсмена во время выполнения тренировочного или соревновательного упражнения либо непосредственно после их окончания	Измерения, проводимые на тренировочном занятии или соревновании либо сразу после их окончания	Изменение ЧСС на финише бега; содержание лактата в крови или сдвиг РН после забега и т. п.
2.2 Отставленный тренировочный эффект	Изменения, наступающие в организме на следующий день после выполнения тренировочного или соревновательного упражнения	Измерения, проводимые на следующий день после тренировочного занятия или соревнований	Изменение содержания мочевины на следующий день после тренировочного занятия или соревнований
2.3 Кумулятивный тренировочный эффект	Изменения, наступающие в организме в результате суммирования следов многих тренировочных занятий	Комплексные измерения, проведенные в один из периодов подготовки	Изменение подготовленности спортсмена в сентябре по сравнению с его подготовленностью в июне
2.4 Частный тренировочный эффект	Тренировочный эффект, вызываемый отдельным тренировочным средством	Может быть измерен путем сравнения тренировочных эффектов, вызываемых разным набором тренировочных средств	Тренировочный эффект, вызванный выполнением новых тренировочных упражнений

### 3. Разновидности контроля

3.1 Контроль за подготовкой спортсмена (команды)	Сбор, оценивание и анализ информации о состоянии спортсмена (команды) в процессе его (ее) подготовки	Контроль понимается как целостная деятельность, включающая не только сбор необходимых сведений, но и их сопоставление с имеющимися данными (планами, контрольными показателями, нормами и т. п.) и последующий анализ	Контроль за состоянием спортсмена включает: 1) тестирование спортсмена (сбор информации); 2) сравнение полученных данных с имеющимися (оценивание); 3) вынесение заключения о состоянии спортсмена, соответствия состоянию плану и т. п. (анализ)
--	--	---	--

Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
3.2 Комплексный контроль	Контроль за состоянием спортсмена, осуществляемый специалистами разного профиля (педагогами, врачами, биохимиками, физиологами и др.)	Имеет целью разностороннюю проверку состояния спортсмена. В зависимости от направленности отдельных сторон контроля и профиля специалистов выделяют педагогический, врачебный, биохимический и другие виды контроля	Этапное комплексное обследование спортсмена
3.3 Педагогический контроль	Контроль, осуществляемый тренером, а также исследователем-педагогом	Педагогический контроль включает контроль за: 1) тренировочными нагрузками; 2) состоянием спортсмена; 3) спортивной техникой и тактикой; 4) спортивными результатами и поведением спортсмена на соревнованиях	Контроль за перечисленными показателями, который проводит тренер, его помощники, а также сотрудники комплексных научных групп (КНП)
3.4 Биомеханический контроль	Контроль за двигательной деятельностью спортсмена в частности техникой выполнения соревновательных и тренировочных упражнений	Рассматривается как составная часть педагогического контроля, но может проводиться с привлечением специалистов-биомехаников	Регистрация времени по отрезкам дистанции, длины и частоты шагов, внутрцикловых колебаний скорости, силы отталкивания или гребка в видах спорта циклического характера
3.5 Оперативный контроль	Контроль за оперативным состоянием спортсмена, в частности его оперативной готовностью	Экспресс-оценка того состояния, в котором в данные минуты находится спортсмен	Измерение ЧСС для определения готовности спортсмена к очередному забегу; электрические измерения температуры на соревнованиях у десятиборцев для определения целесообразности дополнительной разминки



Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
3.6 Текущий контроль	Контроль за текущим состоянием спортсмена, в частности его текущей готовностью	Измерения, проводимые ежедневно либо один раз в несколько дней	Текущий (ежедневный) контроль за весом тела
3.7 Этапный контроль	Контроль за перманентным состоянием спортсмена, в частности его подготовленностью	Измерения, проводимые на отдельных этапах подготовки	Этапные комплексные обследования углубленное медицинское обследование
3.8 Ежемесячное обследование	Разновидность этапного контроля; проводится каждый месяц	Ежемесячные измерения	Контрольные прикідки в каком-либо упражнении, проводимые каждый месяц примерно в одни и те же дни
3.9 Этапные комплексные обследования	Разновидность этапного контроля; проводится на отдельных этапах подготовки и имеет целью комплексную проверку подготовленности спортсменов	Измерения на отдельных этапах подготовки	Комплексные обследования спортсменов в начале и в конце подготовительного периода
3.10 Углубленные медицинские обследования	Разновидность этапного контроля. Характеризуется привлечением медицинских специалистов разного профиля и нацеленностью не только на оценку подготовленности, но и на контроль за состоянием здоровья спортсменов	Комплексное медицинское освидетельствование спортсменов	Диспансеризация спортсменов

## 4. Сводная таблица основных терминов по разделам 1—3

Тренировочный эффект	Состояние спортсмена	Подготовленность или готовность спортсмена	Разновидности контроля
4.1 Срочный	Оперативное	Оперативная готовность	Оперативный
4.2 Отставленный	Текущее	Текущая готовность	Текущий
4.3 Кумулятивный	Этапное (перманентное)	Подготовленность спортсмена	Этапный

## 5. Тесты и измерения

Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
5.1 Измерение	Установление соответствия между явлениями объективного мира и числовыми системами	—	Общезвестны
5.2 Тест	Испытание, проводимое с целью оценки состояния или способностей человека	Не всякое измерение может использоваться как тест, но любой тест включает измерение. Измерение силы жевательных мышц возможно, но оно не может использоваться как тест оценки состояния пловца ввиду полной неинформативности	Бег 30 м с ходу, измерения МПК, измерения латентного времени реакции и т. д.
5.3 Тестирование	Процедура измерения или испытания при проведении теста	—	Проведение забегов и хронометража на 30 м с ходу
5.4 Результат теста	Полученные в итоге тестирования числовые значения	—	Время бега, длина и частота шагов и т. п.
5.5 Двигательные (моторные) тесты	Тесты, в основе которых лежат двигательные задания	Любой тест, связанный с измерением показателей двигательной функции или основанный на нем	—
5.6 Контрольные упражнения	Двигательные тесты, в которых надо показать максимальные двигательные достижения	Измеряются максимальные двигательные достижения	Бег 1000 м; результат теста — время бега
5.7 Функциональные пробы (стандартные функциональные пробы)	Двигательные тесты, по ходу которых спортсмены выполняют одинаковые для всех двигательные задания, дозируемые: а) по величине выполняемой работы либо б) по одинаковой для всех величине физиологических сдвигов	Измеряются: а) физиологические или биохимические сдвиги в организме при стандартной работе  либо б) двигательные показатели при стандартной величине физиологических сдвигов	а) проба Летунова, регистрация потребления кислорода при работе 1000 кгм/мин и т. п.  б) проба $PWC_{170}$ , скорость передвижения при ЧСС 160 уд/мин и т. д.

Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
5.8 Максимальные функциональные пробы	Двигательные тесты, в которых спортсмен должен показать максимальные двигательные достижения, но экспериментатор регистрирует в первую очередь возникающие при этом физиологические или биохимические сдвиги	Измерение физиологических или биохимических показателей при максимальной работе	Определение максимального кислорода долга или МПК
5.9 Комплекс (батарея) тестов	Несколько тестов, используемых вместе для решения общей задачи	Измерение проводится в каждом из тестов отдельно, а затем выводится суммарная оценка по специальным правилам	Комплекс тестов для прыгунов в длину: 1) бег 30 м с ходу, 2) прыжок с 5 шагов разбега, 3) приседание со штангой максимального веса
5.10 Стандартные тесты	Тесты, в которых процедура тестирования строго одинакова во всех случаях применения	Измерения проводятся единообразным, стандартным образом. Тесты в одном и том же виде спорта должны быть обязательно стандартными	Стандартные тесты международной биологической программы или тесты СИЕПС
5.11 Унифицированные тесты	Тесты, измеряющие сходные свойства или способности и позволяющие сопоставлять друг с другом получаемые результаты	Измерения в каждом из тестов проводятся не вполне одинаковым образом, однако различия не настолько велики, чтобы результаты нельзя было сопоставить друг с другом. Тесты в сходных видах спорта желательно унифицировать	Измерения МПК: у пловцов — в гидродинамическом канале, у бегунов — на третбане, у велосипедистов — на велоэргометре. Во всех случаях тестирование желательно проводить сходным образом (например, использовать ступенчатую возрастающую нагрузку)
5.12 Добротные (аутентичные) тесты	Тесты, удовлетворяющие требованиям надежности и информативности	Обязательны измерения надежности и информативности. Метод оценки, величины коэффициентов надежности и информативности должны указываться обязательно	Любой тест, информативность и надежность которого доказана одним из принятых способов

Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
5.13 Надежность тестов	Степень совпадения результатов при тестировании одних и тех же спортсменов в близкое время, в одних и тех же условиях	Согласно математической теории тестов, надежность должна измеряться как правило, на основе дисперсионного анализа с последующим расчетом внутриклассовых коэффициентов корреляции. Применение обычных коэффициентов корреляции допускается как исключение	Любой результат теста не вполне надежен. Например, спортсмен в одной попытке прыгает в длину с места на 310 см, а во второй — на 325 см. Вариация результатов — причина снижения надежности теста
5.14 Стабильность тестов	Воспроизводимость результатов теста при его повторении через определенное время в одинаковых условиях (частный случай надежности тестов)	Измеряется соотношением внутрииндивидуальной и межиндивидуальной вариативности (как правило, с помощью внутриклассового коэффициента корреляции)	Проводят несколько повторных измерений на одних и тех же спортсменах. С помощью специальных математических методов оценивают стабильность (надежность) результатов теста
5.15 Ретест	Повторное тестирование при оценке стабильности теста	Измеряются и сравниваются результаты первой и второй попыток	Спортсмен делает две попытки в каком-либо тесте. Вторую попытку называют ретестом
5.16 Согласованность (объективность) тестов	Независимость результатов тестирования от личных качеств того, кто проводит или оценивает тест. Частный случай надежности тестов	Сопоставляются результаты тестов, проведенных двумя или более экспериментаторами	Один и тот же тест на одних и тех же испытуемых проводят два разных человека. Сравниваются получаемые результаты
5.17 Эквивалентность тестов	Степень совпадения результатов при использовании двух или более тестов. Частный случай надежности тестов	Сопоставляются результаты двух или более тестов	Высокая корреляция результатов при: а) подтягивании хватом сверху и снизу; б) бросках в корзину с разных точек; в) измерении МПК при разных тестирующих процедурах

Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример	
5.18	Гомогенный комплекс тестов	Комплекс, состоящий из эквивалентных тестов	Измеряются результаты в нескольких эквивалентных тестах, которые рассматриваются как единый комплекс	Комплекс тестов: а) прыжок в длину с/м, б) прыжок в высоту с/м, в) тройной прыжок с/м
5.19	Гетерогенный комплекс тестов	Комплекс, содержащий не только эквивалентные тесты	Измеряются результаты в нескольких тестах, между достижениями, в которых отсутствует корреляция	Комплекс тестов: а) подтягивания, б) наклон вперед (для проверки гибкости), в) бег 3000 м
5.20	Информативность (валидность) тестов	Степень точности, с которой тест измеряет оцениваемое свойство	Измеряется специальным образом (см. пункты 5.21—5.25)	Сила мышц-разгибателей спины—информативный показатель подготовленности штангистов, а сила мышц шеи — не информативный
5.21	Диагностическая информативность теста	Степень точности, с которой тест измеряет имеющийся в настоящее время уровень некоторого свойства (качества, способности, характеристики и т. п.)	Измеряется степень точности, с которой на основе данного теста можно поставить некоторый диагноз	МПК как показатель подготовленности пловцов
5.22	Прогностическая информативность теста	Степень точности, с которой на основе данного теста можно сделать прогноз о будущем развитии спортсмена	Измеряется степень точности прогноза	МПК пловца в 13 лет как основа прогноза: а) значений его МПК в 18 лет, б) спортивной одаренности подростка
5.23	Эмпирическая информативность	Информативность, количественно оцененная на основе опытных данных	Измеряется с помощью методов математической статистики (корреляционный, факторный анализ и др.)	Информативность такого теста, как, ПАНО, оценивают, сравнивая величины ПАНО со спортивным результатом в беге 5000 м
5.24	Факторная информативность	Эмпирическая информативность, оцененная методами факторного анализа	Измеряются результаты во многих тестах. Затем с помощью факторного анализа определяют минимальный набор тестов, несущий информацию, близкую к той, которую содержит исходный комплекс тестов	Определение тестов, входящих в комплекс ГТО, на основе предварительных испытаний по большому числу разнообразных тестов

Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
5.25 Конкурентная информативность	Эмпирическая информативность, при применении которой в качестве критерия взяты результаты другого теста	В качестве критерия выбирают результаты другого теста, информативность которого считают доказанной. С этими результатами сравнивают результаты проверяемого теста	Известно, что в некоторых видах спорта МПК является информативным показателем. Используя МПК как критерий, определяют затем информативность такого теста, как ЧСС при стандартной работе 1200 кгм/мин, сравнивая полученные результаты с МПК
5.26 Содержательная (логическая) информативность	Информативность, определяемая на основе теоретических соображений без расчета количественных мер информативности	Количественные меры не используются	Выбор теста «процент попаданий со штрафных бросков» в баскетболе без расчета количественных мер информативности этого теста
5.27 Различительная возможность теста	Минимальные различия, которые диагностируются с помощью данного теста между испытуемыми	Экспериментально, на основе расчета информативности и надежности теста, определяется его различительная возможность	Проба Летунова пригодна для различения спортсменов высокой и низкой квалификации и не пригодна, скажем, для различения кандидата в мастера спорта и мастера спорта международного класса
6. Оценки, шкалы и нормы			
6.1 Оценка (педагогическая)	Унифицированная мера успеха спортсмена или спортивного коллектива в каком-либо задании	Измеряется и выводится на основе результатов тестов или соревнований	Школьные отметки, набранные очки, спортивный разряд и т. п.
6.2 Оценивание	Процедура и правила выведения оценок	Проводится на основе результатов тестов или соревнований	Всесоюзная спортивная классификация, комплекс ГТО, положение о Спартакиаде Народов СССР и др.
6.3 Шкала оценок	Правило преобразования результатов тестов или соревнований в очки (баллы)	Шкала задается формулами, таблицами или графически	Таблица очков по видам спорта

Термин/понятие	Значение термина	Пояснения к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример	
6.4	Пропорциональные шкалы	Шкалы, где одинаковому приросту результатов соответствует одинаковый прирост очков	Шкала может быть описана линейным уравнением	Шкала в беге на 100 м, где за каждые 0,1 сек. спортсмену добавляется 20 очков
6.5	Прогрессирующие шкалы	Шкалы, в которых чем выше спортивный результат, тем большей прибавкой очков оценивается его улучшение	Шкала может быть описана уравнением параболического типа с показателем степени больше единицы	За улучшение времени бега с 15,0 до 14,9 сек. добавляют 10 очков, а разница между 10,0 и 9,9 сек. оценивается, скажем, в 100 очков
6.6	Регрессирующие шкалы	Шкалы, по которым за один и тот же прирост результатов начисляют с возрастанием спортивных достижений все меньшее число очков	Шкала может быть описана уравнением параболического типа с показателем степени меньше единицы	За улучшение результата в беге с 15,0 до 14,9 сек. добавляют 20 очков, а за 0,1 сек. в диапазоне от 10,0 до 9,9 сек. — только 15 очков
6.7	Эквивалентные достижения (результаты тестов)	Результаты тестов или соревнований равной трудности. Внимание: «эквивалентные результаты тестов» не смешивать с «эквивалентными тестами» (5.18)	Эквивалентность результатов определяется на основе специальных методов и критериев	Нормы мастера спорта в разных видах спорта должны быть равны по трудности, или, иными словами, эквивалентны
6.8	Стандартные шкалы	Шкалы, в которых масштабом служат стандартные (средние квадратические) отклонения	Измеряются на основе опытных данных средняя величина и стандартное отклонение, после чего по специальным правилам строится шкала оценок	См. 6.9
6.9	Т-шкала	Стандартная шкала, в которой средняя величина приравнивается 50 очкам, а одно стандартное отклонение — 10	В случае, когда распределение результатов нормальное, значение Т-шкалы позволяет заранее указать, какой процент спортсменов покажет тот или иной результат	Если средний результат в прыжке в длину с места равен 224 см, а стандарт — 20 см, то за результат 268 см будет начисляться 72 очка

Термин/понятие	Значение термина	Пояснение к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
6.10 Перцентильная шкала	Шкала, в которой каждому спортсмену начисляется столько очков, сколько соперников (в процентах) он опередил	Перцентиль — интервал шкалы, соответствующий одному проценту тестируемых	Спортсмен, опередивший 72% всех соперников, получает 72 очка
6.11 Норма	Граничная величина результата, служащая основой для отнесения спортсмена к одной из нескольких классификационных групп	Нормы соответствуют фиксированным точкам шкалы оценок	Нормы Единой всесоюзной спортивной классификации
6.12 Сопоставительные нормы	Нормы, основанные на сравнении результатов разных спортсменов, принадлежащих к одной и той же группе (совокупности)	Измеряют результаты разных спортсменов, строят на основе этих результатов шкалу и затем выбирают ее фиксированные точки	Нормы комплекса ГТО
6.13 Индивидуальные нормы	Нормы, основанные на сравнении результатов одного и того же спортсмена при разных уровнях его подготовленности	На основе многократных наблюдений за одним и тем же спортсменом определяют, какие результаты тестов соответствуют его лучшей подготовленности	Определение значений веса тела, соответствующих у данного спринтера его наиболее высокой подготовленности
6.14 Должные нормы	Нормы, построенные на анализе того, какие результаты должен показывать спортсмен в том или ином тесте, чтобы добиться запланированного спортивного результата	Должные нормы определяются на основе анализа тех требований, выполнение которых обязательно для победы или достижения планируемого результата	Определение норм комплекса ГТО по плаванию на основе того, как должен уметь плавать человек, чтобы уверенно держаться на воде и преодолевать водные преграды
6.15 Двигательный возраст	Средний возраст детей, показывающих результат, равный результату какого-либо ребенка	Измеряются результаты детей разного возраста, для каждого возраста определяются средние значения; они и рассматриваются как показатели двигательного возраста	Мальчики в возрасте 8 лет ровно прыгают в среднем в длину с места 140 см; если какой-либо мальчик (любого возраста) показал этот результат, то его двигательный возраст приравнивается 8 годам



Термин/понятие	Значение термина	Пояснение к термину, в частности, способ измерения или оценки	Пример
6.16 Акселеранты	Дети, двигательный (и вообще биологический) возраст которых опережает календарный	Сравнивается двигательный и календарный возраст ребенка	Мальчик, прыгнувший в длину с места 140 см в возрасте 6 лет
6.17 Ретарданты	Дети, двигательный (и вообще биологический) возраст которых отстает от календарного	То же	Мальчик, который смог показать результат в прыжке в длину с места 140 см лишь в возрасте 10 лет
6.18 Релевантность норм	Пригодность норм только для той совокупности, для которой они разрабатывались	Разработка норм проводится только для определенных совокупностей	Нормы, разработанные для жителей южных районов страны могут быть непригодны для детей, живущих на севере
6.20 Репрезентативность норм	Составление норм на основе обследования типичной выборки из генеральной совокупности	Испытуемые, на основе обследования которых составлялись нормы, в среднем не должны отличаться от представителей всей генеральной совокупности	Нормы, определенные при обследовании лучших школ, могут быть непригодны, если их использовать во всех школах
<b>7. Спортивная метрология</b>			
7.1 Спортивная метрология	Раздел науки о спорте, изучающий вопросы контроля за подготовкой спортсменов	Спортивная метрология включает вопросы измерений и тестирования, методы оценки и анализа результатов тестов и др.	Пример вопроса, входящего в компетенцию спортивной метрологии: выбор тестов для оценки состояния велосипедистов-шоссейников в конце подготовительного периода тренировочного процесса

Часть II.

**ИЗМЕРЕНИЕ  
ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИГОДНОСТИ  
ЧЕЛОВЕКА**

РЕДАКТОР:  
ДЖ. ЭТА

Факультет эргономики и кибернетики  
Технологического института г. Лоуборо,  
Великобритания

Одобрено Международным комитетом  
по стандартизации тестов физической пригодности,  
основанным на Международном конгрессе спортивных наук  
в г. Токио в 1964 г.

# Part II

## PHUSICAL FITNESS MEASUREMENTS

### CONTENTS

- Introduction
- Section 1. Personal Data and Athletic History
  - A. Personal Data
  - B. Athletic History
- Section 2. The Medical Examination
  - A. Medical History (to be filled in by subject)
  - B. Physical Examination (to be completed by the physician)
  - C. Laboratory Data
- Section 3. Physiological Measurements and Indices
  - A. General Considerations
  - B. The Standart Tests
  - C. Measurement Procedures
  - D. The Estimation of Maxsimal Aerobic Power from Submaxi-  
mal Tests
- Section 4. Physique and Body Composition
  - A. Anthropometric Measurements
  - B. Analysis of Body Compartments
  - C. Maturation
- Section 5. Basic Physical Performance Tests
- Supplements

## ВВЕДЕНИЕ

Наука располагает очень малыми данными о физическом состоянии и выносливости человека, так как в этом отношении исследовались немногие человеческие популяции. Пригодность человека к какой-либо работе не является постоянной величиной; возможно, она количественно возрастает или уменьшается на протяжении всей его жизни. Эта характеристика различна у разных этнических и культурных групп. Вполне вероятно, что на нее влияют такие факторы, как возраст и пол, острые и хронические заболевания, культурная и социальная среда, выполняемая работа и физическая деятельность, физическая среда, наследственность.

Изучение вопроса о физическом состоянии человека и его пригодности к работе имеет большое значение и требует сотрудничества специалистов различных областей знания. При условии, что эксперименты проводятся с использованием стандартных приемов и совершенно одинаковыми методами, можно описать изменения этой характеристики в данной популяции. Если сравнить общество, примитивное в культурном отношении, с обществом технически высоко развитым или людей, занятых сидячей работой, с тренированными атлетами, или людей, живущих в арктических широтах, с жителями умеренного и тропического поясов, то такие сравнения прольют новый свет на некоторые из перечисленных проблем.

Если для определения уровня физического состояния используются адекватные научные приемы, получаемые в результате данные могут заложить постоянную основу для будущих исследований.

Длительные исследования обзорного характера, сопоставляющие данные, полученные на разных географических параллелях, обеспечат ученых важными сведениями о возможных будущих изменениях в основных аспектах деятельности человеческого организма. Такие исследования могут продемонстрировать, как человек адаптируется к условиям в различных районах земного шара. Это особенно важно теперь, когда экономическое развитие большинства стран и достижения в области техники значительно изменяют привычные условия жизни людей.

При оптимально сбалансированном питании наиболее сильное влияние на способность здорового человека к труду оказывает характер его повседневной физической деятельности. Однако еще не известно, какие результаты могут быть достигнуты в этом направлении путем тренировок. Возможно, что молодые люди обладают большими возможностями улучшить свои показатели, чем люди старшего возраста. Об этом несомненно свидетельствуют результаты недавних исследований.

Если раньше для обеспечения существования от людей требовались энергичные мышечные усилия, то теперь все ускоряющийся процесс индустриализации и урбанизации во многих странах снизил потребность в них. Благодаря современному развитию техники человек получил возможность на протяжении фактически всей сво-

ей жизни поддерживать расход энергии на уровне, близком к уровню расхода энергии в состоянии покоя. Это уменьшение каждодневной нагрузки в жизнедеятельности организма оказывает губительное влияние на способность его к трудовой деятельности. Предстоит еще выяснить, какие последствия несет с собой такое снижение функциональных способностей для здоровья человека, в частности для сопротивляемости острым и хроническим заболеваниям, продолжительности жизни, для адаптационных возможностей, а также и для успешной жизни человека в более широком смысле слова.

Хотя Международный комитет по стандартизации тестов физического состояния имеет своей основной целью лишь разработку и стандартизацию методов измерения, он отдает себе отчет в том, что физическое состояние характеризует также и всю личность того или иного человека. Как культура выражает собой стремление ко все более высокому духовному уровню, так и физическая пригодность человека неотделима от культуры человечества. Таким образом, работа Комитета имеет отношение не только к точным или естественным наукам, но также связана и с науками гуманитарного цикла.

Как уже упоминалось, здесь описывается работа по пяти основным направлениям, а именно: личные данные и учет занятий спортом; данные медицинских обследований и состояние здоровья; телосложение и конституция испытуемых; физиологическая реакция организма на физическую нагрузку; уровень физических достижений. Для удобства тех, кто намеревается анализировать полученные результаты на ЭВМ, в тест также включена простая система кодирования получаемой информации.

Описанные методы предназначены для тестирования наиболее существенных сторон физического состояния; несколько альтернативных процедур предлагается на выбор в том случае, если могут возникнуть затруднения из-за индивидуальных особенностей испытуемых или в связи с отсутствием некоторых технических средств. Несмотря на то, что здесь приведено большое число различных процедур тестирования, их перечень далеко не полон и много хороших тестов осталось за пределами данной работы. Более того, хотя приведенные здесь тесты были тщательно отобраны, не следует думать, что их достаточно для любой программы тестирования. Исследователь всегда должен тщательно отбирать нужные ему тесты с целью наилучшего выполнения задач исследования.

## РАЗДЕЛ 1

### ЛИЧНЫЕ ДАННЫЕ И СПОРТИВНЫЙ АНАМНЕЗ

Раздел 1 дает ключ к оценке личных данных испытуемых, что необходимо для осмысленной интерпретации количественных характеристик их физического состояния. Когда результаты тестов по определению физического состояния предназначаются лишь для использования в какой-то узкой области, немалая часть этих данных

может оказаться избыточной. Но если предполагается сравнить эти результаты с результатами, полученными в других группах испытуемых, дать их интерпретацию в свете норм, установленных для отдельных популяций, или использовать их как материал для последующего широкого сравнительного анализа, то установление возможно более детальной основы для такого рода сравнений или для сведения полученных данных в таблицы становится насущно необходимым.

Подвергаются анализу следующие показатели: пол, возраст, семейное положение, род профессиональной деятельности, опыт физической деятельности, виды спорта, которыми занимается испытуемый, и уровень достигнутого в них мастерства.

Раздел I представляет собой краткий перечень вопросов, на которые либо письменно отвечает сам испытуемый, либо они служат основой для устного опроса, проводимого исследователем. Так же как и в других разделах, ответы закодированы для удобства тех, кто хочет записывать данные на перфокарты с целью проведения дальнейшего анализа.

## А. ЛИЧНЫЕ ДАННЫЕ

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя и отчество \* \_\_\_\_\_

Серийный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

Кем проводился эксперимент: \_\_\_\_\_

Пожалуйста, напишите ответ на поставленный вопрос или поставьте галочку в соответствующем квадрате. Не обращайте внимания на кодовые числа: они предназначены для проводящего обследование.

1.0. Постоянный адрес: \_\_\_\_\_  
дом, улица, город, республика  
 \_\_\_\_\_  
область, страна

1.1. Место рождения (страна): \_\_\_\_\_

1.2. Дата рождения \*\*: \_\_\_\_\_

1.3. Дата обследования: \_\_\_\_\_  
число месяц год

1.4. Возраст: \_\_\_\_\_  
лет месяцев

1.5. Пол: мужской  = 1; женский  = 2

1.6. Семейное положение: холост (не замужем)  = 1; женат (замужем)  = 2; вдовец (вдова) и т. п.  = 3

1.7. Дети (количество): \_\_\_\_\_

2.0. Род занятий (профессия, должность) \_\_\_\_\_

2.1. Сколько лет занимает эту должность? \_\_\_\_\_  
лет

2.2. Характер работы \*\*\*

Сидячая  = 1

Легкая  = 2

Средней легкости  = 3

Средней тяжести  = 4

Тяжелая  = 5

2.3. Рабочее время:

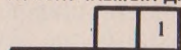
часов в день \_\_\_\_\_

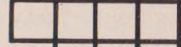
дней в неделю \_\_\_\_\_

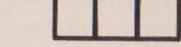
недель в год \_\_\_\_\_

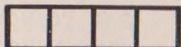
Общее число часов в год (примерно) = \_\_\_\_\_

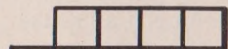
Заполняется \_\_\_\_\_  
 проводящим исследование  
 КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 1

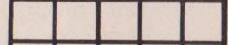
 (1-2)

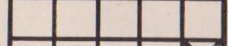
 (3-6)

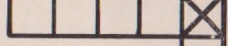
 (7-9)

 (11-14)


 (16-19)

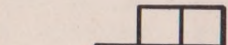
 (20-25)


 (27-31)

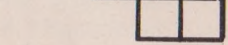
 (33-36)

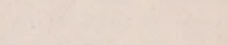
 (38)

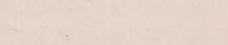
 (40)

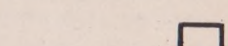
 (42-43)

 (45-47)

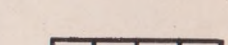
 (49-50)

 (42-43)

 (45-47)

 (49-50)

(52)

 (54-57)

\* В подлиннике: первое имя и инициалы других имен. — *Прим. ред.*

\*\* Кодирование ответов на все вопросы, связанные с датой или возрастом, следует проводить в десятичной системе (см. табл. 7 и комментарий к ней в I части книги. — *Прим. ред.*)

\*\*\* См. приложение 1.

- 2.4. Степень ответственности за выполняемую работу:
- |             |                              |
|-------------|------------------------------|
| отсутствует | <input type="checkbox"/> = 1 |
| низкая      | <input type="checkbox"/> = 2 |
| умеренная   | <input type="checkbox"/> = 3 |
| высокая     | <input type="checkbox"/> = 4 |
| не знаю     | <input type="checkbox"/> = 0 |

3.0. Основная профессия и должность, занимаемая ранее: \_\_\_\_\_

3.1. Сколько лет занимал эту должность \_\_\_\_\_

3.2. Характер работы\*:

- |                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| сидячая          | <input type="checkbox"/> = 1 |
| легкая           | <input type="checkbox"/> = 2 |
| средней легкости | <input type="checkbox"/> = 3 |
| средней тяжести  | <input type="checkbox"/> = 4 |
| тяжелая          | <input type="checkbox"/> = 5 |

3.3. Рабочее время на прежней должности в среднем

часов в день \_\_\_\_\_

дней в неделю \_\_\_\_\_

недель в год \_\_\_\_\_

Общее число часов в год примерно = \_\_\_\_\_

3.4. Степень ответственности за эту работу:

- |             |                              |
|-------------|------------------------------|
| отсутствует | <input type="checkbox"/> = 1 |
| низкая      | <input type="checkbox"/> = 2 |
| умеренная   | <input type="checkbox"/> = 3 |
| высокая     | <input type="checkbox"/> = 4 |
| не знаю     | <input type="checkbox"/> = 0 |

## Б. СПОРТИВНЫЙ АНАМНЕЗ

Серийный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

Кто проводил исследование: \_\_\_\_\_

4.0. Занимаетесь ли вы физической работой\*\* или физическими упражнениями в качестве отдыха?

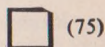
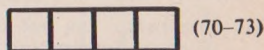
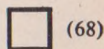
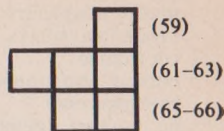
- |                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| да, ежедневно     | <input type="checkbox"/> = 1 |
| да, каждую неделю | <input type="checkbox"/> = 2 |
| да, ежемесячно    | <input type="checkbox"/> = 3 |
| да, иногда        | <input type="checkbox"/> = 4 |
| нет               | <input type="checkbox"/> = 5 |

4.1. Если предыдущий ответ был «нет», то это связано с:

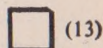
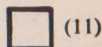
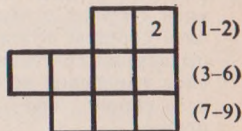
- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| отсутствием интереса              | <input type="checkbox"/> = 1 |
| плохим здоровьем                  | <input type="checkbox"/> = 2 |
| полученной травмой                | <input type="checkbox"/> = 3 |
| отсутствием подходящих условий    | <input type="checkbox"/> = 4 |
| отсутствием руководителей         | <input type="checkbox"/> = 5 |
| другими причинами, укажите какими | <input type="checkbox"/> = 6 |

\* См. приложение 1.

\*\* Работа в саду и т. п. виды физической деятельности также включаются.



## КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 2





**А. МЕДИЦИНСКИЙ АНАМНЕЗ**  
[заполняется испытуемым]

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя и отчество \_\_\_\_\_

Серийный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

Кем проводилось обследование: \_\_\_\_\_

Поставьте галочку в соответствующем квадрате или дайте полный ответ.

6.0. Чувствуете ли вы себя здоровым?

Да = 1    Нет = 0    Не уверен = 2

Если нет, то уточните, что вы имеете в виду \_\_\_\_\_

7.0. Сон? \_\_\_\_\_ часов в сутки  
(\_\_\_\_\_ часов в неделю); не уверен  = 0 \*

8.0. Курение? Да = 1    Нет = 0    Иногда = 2

8.1. В каком возрасте вы начали курить? \_\_\_\_\_ лет;  
бросили? \_\_\_\_\_ лет; продолжительность  
\_\_\_\_\_ лет

8.2. Глубоко ли вы обычно затягиваетесь?

Да = 1    Нет = 2

8.3. Количество в день:

сигарет \_\_\_\_\_

сигар \_\_\_\_\_

табака \_\_\_\_\_ грамм

жевательного табака \_\_\_\_\_ грамм

Итого в день в граммах \*\* = \_\_\_\_\_ грамм

9.0. Алкоголь и т. д.    Да = 1    Нет = 0    Иногда = 2

Если да:

9.1. Пиво? Нет, редко                       = 0

до 1 литра в день                               = 1

более 1 литра в день                           = 2

не уверен в ответе                               = 3

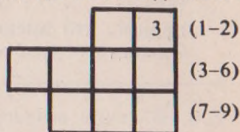
9.2. Вино? Нет, редко                       = 0

до 1/2 литра в день                               = 1

более 1/2 литра в день                           = 2

не уверен в ответе                               = 3

Заполняется.  
проводящим исследование  
КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 3



(11)

(12-13)

(14)

(15-16)

(17)

(18-20)

(21)

(22)

(23)

\* В тексте стандарта, видимо, ошибочно указано кодовое число 99. (Прим. ред.)

\*\* Считайте, что 1 сигарета = 1 г табака, или 25 сигарет = 28 г = 1 унция табака.

9.3. Крепкие спиртные напитки?

- Нет, редко  = 0  
 до 200 мл в день  = 1  
 более 200 мл в день  = 2  
 не уверен в ответе  = 3

(24)

9.4. Кофе и чай? Нет, немного

- до 3 чашек в день  = 0  
 более 3 чашек в день  = 1  
 не уверен в ответе  = 2  
 = 3

(25)

(26)

10.0. Часто ли вы пользуетесь лекарствами или наркотиками? Да = 1 Нет = 0

Если да, уточните: \_\_\_\_\_

(27)

11.0. Болезненные ощущения?

Да = 1 Нет = 0

- в суставах, мышцах, сухожилиях    
 частые головные, требующие лечения    
 в области желудка    
 в области поясницы    
 неприятные ощущения в области сердца    
 затрудненное дыхание (астма?)    
 прочее    
 Если да, уточните: \_\_\_\_\_

(28)

(29)

(30)

(31)

(32)

(33)

12.0. Зрение:

Да = 1 Нет = 0

- отклонение от нормы    
 носит очки    
 носит контактные линзы    
 дальтоник    
 страдает куриной слепотой

(34)

(35)

(36)

(37)

(38)

13.0. Слух ненормальный  Да = 1 Нет = 0

- 14.0. Владение руками: правша = 1   
 левша = 2   
 одинаковое владение обеими руками = 3

(39)

(40)

15.0. Болезни:

	В прошлом		Подозрение = 2	Сейчас
	Да = 1	Нет = 0		Да = 3

- |               |                          |                          |                          |                          |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ветряная оспа | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Корь          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Дифтерит      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Скарлатина    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Оспа          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

(41)

(42)

(43)

(44)

(45)

Коклюш	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(46)
Рахит	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(47)
Брюшной тиф	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(48)
Менингит или энцефалит	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(49)
Полиомиелит	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(50)
Пневмония	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(51)
Плеврит	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(52)
Гепатит (желтуха)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(53)
Частые простуды	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(54)
Частые ангины	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(55)
Частый грипп	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(56)
Частый тонзиллит	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(57)
Пузырьковый лишай	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(58)
Воспаление уха	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(59)
Туберкулез	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(60)
Бронхиальная астма	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(61)
Ревматизм	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(62)
Ревматоидный артрит	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(63)
Болезни сердца	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(64)
Гипертония	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(65)
Нефрит или пиелит	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(66)
Инфекционные кишечные болезни	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(67)
Хронические кишечные болезни	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(68)
Диабет	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(69)
Аллергия	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(70)
Если да, уточните _____						
Малярия	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(71)
Гельминтоз	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(72)
Другие паразитарные или тропические болезни	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(73)
Если да, уточните: _____						

	В прошлом			Сейчас
	Да = 1	Нет = 0	Подозре- ние = 2	Да = 3
Сифилис	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Гонорея	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Тяжелый фурун- кулез	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Другие заразные бо- лезни, передаваемые при контакте	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Если да, уточните:	_____			

<input type="checkbox"/>	(74)
<input type="checkbox"/>	(75)
<input type="checkbox"/>	(76)
<input type="checkbox"/>	(77)

Заполняется  
проводящим исследование  
КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 4

			4	(1-2)
				(3-6)

Серийный номер карты: \_\_\_\_\_  
 Номер обследования, личный номер испытуемого \_\_\_\_\_

16.0. Перенесенные операции? Да = 1 Нет = 0

Если да, уточните: \_\_\_\_\_

<input type="checkbox"/>	(11)
--------------------------	------

17.0. Полученные травмы? Да = 1 Нет = 0

17.1 Характер травмы: \_\_\_\_\_ Дата: \_\_\_\_\_

Характер травмы: \_\_\_\_\_ Дата: \_\_\_\_\_

м — ц, год  
 м — ц, год

<input type="checkbox"/>	(12)
--------------------------	------

17.2. Остались ли после травмы постоянные фи-  
зические недостатки Да = 1 Нет = 0

Уточните: \_\_\_\_\_

<input type="checkbox"/>	(13)
--------------------------	------

18.0. Теряли ли вы почему-либо сознание?

Да = 1 Нет = 0 Не уверен = 2

<input type="checkbox"/>	(14)
--------------------------	------

19.0. Наследственность

Болеет ли кто-нибудь в вашей семье?

Да = 1 Нет = 0 Не уве-  
рен = 2

Гипертонией

Диабетом

Коронарными заболе-  
ваниями (инфекционны-  
ми, стенокардией)

Ожирением

Тяжелыми инфек-  
ционными болезнями

Уточните подробности: \_\_\_\_\_

<input type="checkbox"/>	(15)
--------------------------	------

<input type="checkbox"/>	(16)
--------------------------	------

<input type="checkbox"/>	(17)
--------------------------	------

<input type="checkbox"/>	(18)
--------------------------	------

<input type="checkbox"/>	(19)
--------------------------	------

Заполняется только женщинами

20.0 Начались ли уже менструации?

Да = 1 Нет = 0

20.1. Время первой менструации? \_\_\_\_\_ лет

20.2. Продолжительность? \_\_\_\_\_ дней

20.3. Регулярно ли протекают \_\_\_\_\_ Да = 1 Нет = 0

20.4. Возраст прекращения менструаций? \_\_\_\_\_ лет

Еще не прекратились = 1

21.0. Беременности?

нет = 0

Если да, то укажите число \_\_\_\_\_,

21.1. Роды?

нет = 0

Если да, то укажите число \_\_\_\_\_,

Дата последних родов \_\_\_\_\_

число м — ц, год

21.2. Выкидыши?

нет = 0

Если да то, укажите число \_\_\_\_\_,

22.0. Женские болезни и расстройств?

Да = 1 Нет = 0

В прошлом:

Сейчас:

Если да, то уточните: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(20)

(21–22)

(23–24)

(25)

(26–27)

(28–29)

(30–31)

(32–35)

(36–37)

(38)

(39)

### Б. ВРАЧЕБНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

(заполняется врачом)

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя и отчество \_\_\_\_\_

Серийный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

Кем проводилось обследование: \_\_\_\_\_

КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 5

5 (1–2)

(3–6)

(7–9)

Дата проведения обследования: \_\_\_\_\_

число, м — ц. год

Врач, проводящий обследование: \_\_\_\_\_

Пожалуйста, поставьте галочку в соответствующем квадрате или дайте полный ответ, где сочтете это нужным. Записывая физические данные испытуемого, не обращайтесь внимания на цифровой код.

23.0. Длина тела (без обуви): \_\_\_\_\_ мм

24.0. Вес тела (без одежды): \_\_\_\_\_ до десятых долей кг.

Ненормальная = 1    Нормальная = 0

25.0. Форма черепа:

Если ненормальная, уточните \_\_\_\_\_

26.0. Отклонения от нормы органов зрения: Да = 1    Нет = 0    Диагноз \_\_\_\_\_

острота зрения   \_\_\_\_\_

прочие заболевания   \_\_\_\_\_

27.0. Отклонения от нормы органов слуха:   \_\_\_\_\_

28.0. Отклонения от нормы органов обоняния?   \_\_\_\_\_

29.0. Отклонения от нормы кожи?   \_\_\_\_\_

30.0. Рот и горло:

30.1. Миндалины: нормальные  = 0  
хронический тонзиллит  = 1  
гипертрофированные  = 2  
тонзиллэктомия  = 3

30.2. Зубы: здоровые  = 0  
разрушающиеся, залеченные  = 1  
разрушающиеся, в запущенном состоянии  = 2  
протезы  = 3

Отклонение от нормы = 1    Норма = 0

30.3. Рот, язык, десны:    
Если замечены отклонения от нормы, укажите диагноз: \_\_\_\_\_

31.0. Шея:

31.1. Лимфаденопатия: Да = 1    Нет = 0  
   
Если да, опишите \_\_\_\_\_

31.2. Щитовидная железа:    
Если есть отклонения от нормы, уточните какие  
отклонение от нормы = 1    Норма = 0

32.0. Грудная клетка:    
Если есть деформации, уточните какие: \_\_\_\_\_

					(11-15)
					(16-18)

					(19-22)
					(23-26)
					(27)
					(28-29)
					(30)
					(31)
					(32)
					(33)
					(34)
					(35)

 (36) (37) (38) (39) (40) (41)

Отклонение от нормы = 1 Норма = 0

33.0. Респираторная система:

Если есть отклонения от нормы, дайте описание —  
диагноз: \_\_\_\_\_

(42)

34.0. Сердечно-сосудистая система (см. приложение 3):

34.1. Пальпация. Апикальный толчок:  
нормальный  = 0  
сильный  = 1  
не ощущается  = 2  
Да = 1 Нет = 0

(43)

34.2. Дрожание при шуме сердца

Если замечено дрожание, укажите его место и  
тип: \_\_\_\_\_

(44)

34.3. Аускультация:

Отклонение от нормы = 1 В норме = 0

Тоны сердца:    
Если есть отклонения от нормы, опишите под-  
робнее: \_\_\_\_\_

(45)

34.4. Шумы:

Да = 1 Нет = 0

Систолические:

Диастолические:

Если да, укажите типы шумов, участок их наи-  
большей интенсивности, а также физиологиче-  
ские они или патологические. Если возможно,  
приложите заключение кардиолога. \_\_\_\_\_

(46)

(47)

34.5. Частота сердечных сокращений (измеряется  
в положении лежа посл 5 мин. покоя): \_\_\_\_\_ /мин.

Неравномерный = 1 Равномерный = 0

Ритм:

Если неравномерный:  
дыхательная аритмия:

экстрасистолия:

фибриляция предсердий

Укажите, если есть другие нарушения: \_\_\_\_\_

(48-50)

(51)

(52)

(53)

(54)

34.6. Кровяное давление (измеряется в положении  
лежа после 5 мин. покоя), мм рт. ст.

Систолическое: \_\_\_\_\_

Диастолическое IV (приглушение звука): \_\_\_\_\_

Диастолическое V (исчезновение звука): \_\_\_\_\_

(55-57)

(58-60)

(61-63)

(64)

34.7. Кардиологический диагноз

Отклонения от нормы = 1 Норма = 0

деятельности:

Опишите подробно: \_\_\_\_\_

(65)

35.0. Желудок, печень и селезенка:

Если есть отклонения от нормы, дайте описание  
или поставьте диагноз: \_\_\_\_\_

- 36.0. Грыжа: Да = 1  Нет = 0   
 Если есть, опишите \_\_\_\_\_  (66)
- 37.0. Геморрой: Да = 1  Нет = 0
- 38.0. Позвоночник: Да = 1  Нет = 0   
 нормальный  = 0  
 круглая спина  = 1  
 увеличенный поясничный лордоз  = 2  
 прямая спина  = 3  
 сколиоз  = 4  
 прочее  = 5
- Уточните, что именно: \_\_\_\_\_  (67)
- 39.0. Верхние конечности: Отклонения от нормы = 1  В норме = 0   
 Если есть отклонения, дайте описание или поставьте диагноз: \_\_\_\_\_  (68)
- 40.0. Нижние конечности: Отклонения от нормы = 1  В норме = 0   
 Если есть отклонения, дайте описание или поставьте диагноз: \_\_\_\_\_  (69)
- 40.1. Пульс на задней большеберцовой артерии?  
 На правой = 1  На левой = 2  На обеих = 3  Ни на правой, ни на левой = 0   (70)
- 40.2. Пульс на стопе?  
 На правой = 1  На левой = 2  На обеих = 3  Ни на правой, ни на левой = 0   (71)
- 40.3. Варикозные вены: Да = 1  Нет = 0   
 Если есть, зарисуйте или опишите: \_\_\_\_\_  (72)
- 
- 40.4. Межпальцевая эпидермофития: Да = 1  Нет = 0   
 Отклонения от нормы = 1  В норме = 0   (73)
- 41.0. Нервная система: Да = 1  Нет = 0   
 Если есть отклонения, опишите их: \_\_\_\_\_  (74)
- 
- 42.0. Психическое состояние: Отклонения от нормы = 1  Представляется нормальным = 0   
 Если есть отклонения, опишите их: \_\_\_\_\_  (75)
- 
- 43.0. Половая система: Отклонения от нормы = 1  Норма = 0
- 43.1. Мальчики: оба яичка в мошонке: Нет = 1  Да = 0   (76)
- 43.2. Девочки: первичные и вторичные половые признаки: Отклонения от нормы = 1  Норма = 0   (77)
- 43.3. Гермафродитизм? Да = 1  Нет = 0   (78)



## В. ЛАБОРАТОРНЫЕ ДАННЫЕ

Серийный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования и личный номер ис. п/т: \_\_\_\_\_

Кем проводилось обследование: \_\_\_\_\_

44.0. Анализ мочи:

44.1. Белок: Да = 1 Нет = 0  
   
 Если белок обнаружен, укажите результаты  
 микроскопического анализа: \_\_\_\_\_

44.2. Сахар:

45.0. Жизненная емкость легких \_\_\_\_\_ мл (ВТРС) \*

46.0. Максимальный объем выдыхаемого воздуха  
 (1, 0 сек) \_\_\_\_\_ мл (ВТРС) \*

47.0. Анализ крови:

47.1. Гемоглобин: \_\_\_\_\_ г % (Метод = \_\_\_\_\_)

47.2. Холестерин: \_\_\_\_\_ мг % (Метод = \_\_\_\_\_)

47.3. Реакция оседания эритроцитов:  
 \_\_\_\_\_ мм/час (Метод = \_\_\_\_\_)

\_\_\_\_\_ мм/2 часа (Метод = \_\_\_\_\_)

47.4. Другие показатели. Укажите какие и каковы  
 результаты: \_\_\_\_\_

Отклонения от  
 нормы = 1 Норма = 0

48.0. Электрокардиограмма:

Если есть отклонения, опишите: \_\_\_\_\_

49.0. Электрокардиограмма, снятая в состоянии покоя:

Частота: \_\_\_\_\_ / мин; P-Q \_\_\_\_\_

QRS \_\_\_\_\_ S-T \_\_\_\_\_

Заключение \_\_\_\_\_

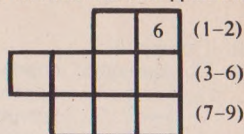
50.0. Электрокардиограмма, снятая во время или  
 после физического упражнения, укажите, ког-  
 да именно:

Частота: \_\_\_\_\_ /мин; P-Q \_\_\_\_\_

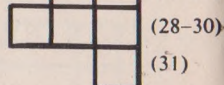
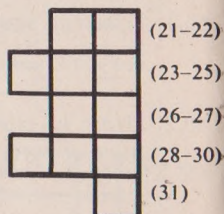
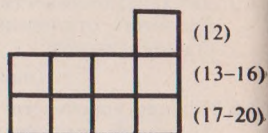
QRS \_\_\_\_\_ S-T \_\_\_\_\_

Заклучение \_\_\_\_\_

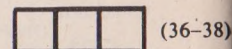
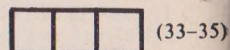
Заполняется  
 проводящим исследование  
 КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 6



(11)



(32)



\* Система ВТРС — приведение объемов к условиям температуры тела, атмосферного давления в момент измерения и полного насыщения водяными парами. — Прим. ред.

51.0. Прочие лабораторные анализы? Да = 1  Нет = 0

---

---

---

---

---


(39)  
(40-43)  
(44-47)  
(48-51)

52.0. Заключение о пригодности испытуемого к участию в физиологических тестах и тестах по определению уровня физической подготовленности.

(а) Может принимать участие во всех тестах без ограничения: \_\_\_\_\_

(б) Не может принимать участия в следующих тестах: \_\_\_\_\_

(в) Вообще не может принимать участия в тестах с физическими нагрузками: \_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_  
(врач)

Дата: \_\_\_\_\_ /19

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ

### А. ОБЩЕЕ РАССМОТРЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

#### 53.0. Способность совершать максимальную работу

В основе всех физиологических исследований, проводимых с целью выяснения физического состояния человека, лежит точка зрения, согласно которой возможность совершать максимальную работу зависит от трех факторов:

1. *Анаэробной производительности*, т. е. способности человека совершать работу за счет создания максимального кислородного долга. Она определяет объем работы, который человек может выполнить примерно за 45 сек. при максимальном напряжении сил за счет анаэробных механизмов освобождения энергии.

2. *Аэробной производительности* (максимального потребления кислорода). Она определяет величину работы, которая может быть выполнена за 15—30 мин. при оптимально согласованной деятельности циркуляторных и дыхательных органов, в результате чего осуществляется максимальная доставка кислорода к активным тканям.

3. *Метаболической производительности*, которая определяет величину работы, выполняемой примерно за 2—3 часа, что, в свою очередь, зависит от количества энергетических субстратов, поставляемых из резервов организма в условиях максимального кислородного запроса.

53.1. Чтобы определить общую физическую работоспособность человека как показатель его «физического состояния», необходимо учитывать все три фактора. Однако определение только аэробной производительности дает вполне достаточные и обоснованные данные о физическом состоянии.

Они весьма достоверны, хотя тренировка может увеличить работоспособность организма в несколько большей степени, чем об этом можно было бы судить по изменениям, происшедшим в аэробной производительности человека. Эти данные, разумеется, не будут точными, если внимание не направить должным образом на соответствие между уровнями мотивации, умений, стратегии и тактики работы.

Хотя аэробная производительность в первую очередь зависит от кардиореспираторных функций организма, на нее также оказывают влияние: 1) продолжительность и характер выполняемого задания, 2) масса вовлеченных в работу мышц, 3) индивидуальные особенности человека, такие, как особенности терморегуляции, физическое утомление и т. д., 4) внешние условия: климат, высота над уровнем моря и пр. Точное соблюдение методики тестирования обеспечивает стабильность полученных данных и делает возможным сравнение

результатов, зафиксированных в разных лабораториях. Для сравнения их условия и методика проведения тестов должны быть тщательно описаны.

#### **54.0. Экспериментальные лаборатории**

Физиологические тесты по определению физического состояния человеческого организма проводятся:

- 1) в стационарных лабораториях;
- 2) в подвижных лабораториях;
- 3) в полевых условиях.

Условия проведения экспериментов накладывают определенные ограничения на характер тестов.

**54.1. Стационарные лаборатории.** Стационарные лаборатории имеют оборудование, которое позволяет ставить сложные и требующие большой точности эксперименты. Исследованию могут подвергаться один или очень небольшое количество испытуемых. Целью работы в стационарных лабораториях обычно является определение физиологических механизмов, лежащих в основе физической деятельности человека, установление степени влияния на них физических упражнений и точных последствий влияния окружающей среды.

**54.2. Подвижные лаборатории.** Этот вид лабораторий представляет собой передвижную установку, оборудованную необходимой аппаратурой и способную передвигаться на большие расстояния. Тесты, проводимые в подвижных лабораториях, обычно менее сложны и более детально учитывают сравнительные особенности той или иной популяции.

**54.3. Полевые лаборатории.** В этих лабораториях применяют более простые методы исследования и аппаратуру, что позволяет обследовать большое количество испытуемых и работать в самых отдаленных районах.

Точность наблюдений и надежность измерительных приборов при этом обязательны. Стандартизация методики исследований позволяет сравнивать результаты исследований, полученные в полевых условиях, с данными стационарных или подвижных лабораторий.

Тесты такого типа могут с успехом проводиться в учебных аудиториях, спортивных лагерях и т. д. с целью помощи в учебном процессе и в оценке имеющихся программ обучения и специальной подготовки.

#### **55.0. Условия окружающей среды**

Во время проведения физиологических тестов условия окружающей среды должны тщательно фиксироваться, так как они могут влиять на функции организма человека, которые в данный момент находятся под наблюдением. Рекомендуется учитывать следующие показатели: атмосферное давление, температуру по сухому термо-

метру, температуру по влажному термометру, температуру абсолютно черного тела (black globe temperature), скорость ветра. Также должны быть указаны время и место проведения тестов (в лаборатории, в помещении, на открытом воздухе и т. п.).

## 56.0 Стандартизация тестов

Стандартизация тестов физической пригодности для оценки аэробной производительности человека достигается соблюдением следующих принципов.

56.1. Методика тестирования должна позволять проводить непосредственные измерения или вычислять косвенным путем максимальное потребление кислорода организмом (аэробную производительность), так как этот физиологический показатель физической пригодности человека является наиболее важным. Он будет обозначаться символом  $\dot{V}_{O_2}$  и выражаться в миллилитрах на килограмм веса испытуемого в минуту (мл/кг·мин.).

56.2. В основном методика проведения тестов должна быть одинаковой как для лабораторных, так и для полевых измерений, однако:

1. В лабораторных условиях (в стационарных и подвижных лабораториях) аэробная производительность человека может быть непосредственно определена с помощью достаточно сложного оборудования и большого числа измерений.
2. В полевых условиях аэробная производительность оценивается косвенным путем на основе ограниченного числа физиологических измерений.

56.3. Методика проведения тестов должна позволять сравнивать их результаты.

56.4. Тестирование должно проводиться в один день и желательно без перерывов. Это позволит целесообразно распределить время, оборудование, силы при первичном и повторном тестировании.

56.5. Методика тестирования должна быть достаточно гибкой чтобы давать возможность обследовать группы людей, обладающих различными физическими способностями, различного возраста, пола, с различным уровнем активности и т. д.

## 57.0. Выбор аппаратуры

Все названные принципы физиологического тестирования могут быть соблюдены прежде всего при условии правильного отбора следующих технических средств:

- 1) третбана,
- 2) велоэргометра,
- 3) степэргометра,

4) необходимого вспомогательного оборудования, которое может использоваться в любом виде теста.

57.1. Третбан может применяться в самых разнообразных исследованиях. Однако этот прибор является наиболее дорогим. Да

же самый маленький его вариант слишком громоздок, чтобы его можно было широко применять в полевых условиях. Третбан должен позволять варьировать скорости от 3 до (по меньшей мере) 8 км/час (2—5 миль/час) и наклон от 0 до 30%. Наклон третбана определяется как процентное отношение вертикального подъема к пройденной дистанции по горизонтали<sup>1</sup>.

Дистанция и вертикальный подъем должны быть выражены в метрах, скорость — в метрах в секунду (м/сек) или километрах в час (км/час).

**57.2. Велоэргометр.** Данный прибор легко применять как в лабораторных, так и в полевых условиях. Он достаточно универсален, на нем можно выполнять работу различной интенсивности — от минимального до максимального уровня.

Велоэргометр имеет механическую или электрическую тормозную систему. Электрическая тормозная система может получать электропитание как от внешнего источника, так и от генератора, находящегося на эргометре.

Регулируемое механическое сопротивление выражается в килограммах в минуту (кгм/мин) и в ваттах. Килограммометры в минуту переводятся в ватты по формуле:

$$1 \text{ ватт} = 6 \text{ кгм/мин.}^2$$

Велоэргометр должен иметь подвижно закрепленное сиденье, чтобы можно было регулировать высоту его положения для каждого отдельного человека. При тестировании сиденье устанавливается таким образом, чтобы человек, сидящий на нем, мог почти полностью выпрямленной ногой достать до нижней педали. В среднем расстоянии между сиденьем и педалью в максимально опущенном положении должно составлять 109% от длины ноги испытуемого.

Имеются различные конструкции велоэргометра. Однако тип эргометра не влияет на результаты эксперимента, если указанное сопротивление в ваттах или килограммометрах в минуту точно соответствует суммарной внешней нагрузке.

**57.3. Степэргометр.** Это относительно недорогой прибор с регулируемой высотой ступенек от 0 до 50 см. Подобно велоэргометру, он может легко использоваться как в лаборатории, так и в полевых условиях.

**57.4. Сравнение трех вариантов тестирования.** Каждый из этих приборов имеет свои преимущества и недостатки (в зависимости от того, используется ли он в лабораториях или в полевых условиях). Обычно при работе на третбане величина  $\text{maximum } \dot{V}_{O_2}$  немного больше, чем при работе на велоэргометре; в свою очередь, показания велоэргометра превышают показания на степэргометре.

Уровень расхода энергии испытуемых, находящихся в состоянии покоя или выполняющих задание по преодолению силы тяжести, прямо пропорционален их весу. Поэтому упражнения на третбане и степэргометре создают для всех испытуемых одинаковую относи-

<sup>1</sup> 100% соответствуют углу 45°. — Прим. ред.

<sup>2</sup> Более точный коэффициент перевода 1 ватт = 6,12 кгм/мин. — Прим. ред.

тельную рабочую нагрузку по подъему (своего тела. — *Прим. ред.*) на заданную высоту: при данной скорости и наклоне третбана, частоте шагов и высот ступенек на степэргометре высота подъема тела будет одинакова (а выполняемая работа различна. — *Прим. ред.*).

С другой стороны, велоэргометр при фиксированной величине заданной нагрузки требует почти одинаковых затрат энергии, независимо от пола и возраста испытуемого.

## 58.0. Общие замечания по методике тестирования

Чтобы применять тесты при обследовании больших групп людей, необходимы простые и не занимающие много времени методы тестирования. Однако для более детального изучения физиологических особенностей испытуемого нужны более глубокие и трудоемкие тесты. Для извлечения большей пользы из тестов и более гибкого их применения необходимо найти оптимальный компромисс между этими двумя требованиями.

**58.1. Интенсивность работы.** Тестирование необходимо начинать с малых нагрузок, с которыми могут справиться самые слабые из испытуемых. Оценку адаптационных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем следует проводить в процессе работы с постепенно увеличивающимися нагрузками. Функциональные пределы должны быть установлены, таким образом, с достаточной точностью. Практические соображения подсказывают принять исходный уровень метаболизма (т. е. уровень метаболизма в состоянии покоя) за единицу измерения количества энергии, необходимого для выполнения той или иной нагрузки. Первоначальная нагрузка и последующие ее ступени выражаются в Метах, кратных интенсивности метаболизма у человека, находящегося в состоянии полного покоя. Физиологическими показателями, лежащими в основе Метов, являются количество кислорода (в миллилитрах в минуту), потребляемое человеком, находящимся в состоянии покоя, или же его калорический эквивалент (в килокалориях в минуту).

Для контроля за нагрузками в единицах Мет или в эквивалентных им величинах потребления кислорода непосредственно во время тестирования необходима сложная электронно-вычислительная аппаратура, которая в настоящее время еще сравнительно малодоступна. Поэтому при определении количества кислорода, необходимого организму для выполнения нагрузок определенного вида и интенсивности, практически удобно пользоваться эмпирическими формулами. Предсказанные (на основе эмпирических формул. — *Прим. ред.*) величины потребления кислорода при работе на третбана — по скорости и наклону, при степ-тесте — по высоте и частоте шагов хорошо согласуются с результатами непосредственных измерений и могут быть использованы как физиологический эквивалент физического усилия, с которым соотносятся все физиологические показатели, полученные при тестировании.

**58.2. Продолжительность тестов.** Желание сократить процесс тестирования не должно идти в ущерб целям и задачам проводимо-

го теста. Слишком короткие тесты не дадут достаточно различных результатов, их различительные возможности будут малы; слишком длительные тесты активируют в большей мере терморегуляторные механизмы, что мешает установлению максимальной аэробной производительности. В рекомендуемой методике тестирования каждый уровень нагрузки выдерживается в течение 2 мин. Среднее время проведения теста — от 10 до 16 мин.

**58.3. Показания для прекращения теста.** Тестирование должно быть прекращено, если только:

- 1) пульсовое давление неуклонно падает, несмотря на увеличение нагрузки;
- 2) систолическое кровяное давление превышает 240—250 мм рт. ст.;
- 3) диастолическое кровяное давление поднимается выше 125 мм рт. ст.;
- 4) появляются такие симптомы недомогания, как возрастающая боль в груди, сильная одышка, перемежающаяся хромота;
- 5) появляются клинические признаки аноксии: бледность или синюшность лица, головокружение, психотические явления, отсутствие реакции на раздражение;
- 6) показания электрокардиограммы свидетельствуют о пароксизмальной супервентрикулярной или вентрикулярной аритмии, появлении желудочковых экстрасистолических комплексов, возникающих до окончания зубца *T*, нарушении проводимости, кроме легкой *AV* блокады, снижении *R—ST* горизонтального или нисходящего типа более чем на 0,3 мв.

#### **58.4. Меры предосторожности.**

**58.41. Здоровье испытуемого.** Прежде чем подвергаться обследованию, испытуемый должен пройти медицинскую комиссию и получить справку о том, что он здоров. Очень желательно сделать электрокардиограмму (хотя бы одно грудное отведение). Для мужчин старше 40 лет снятие электрокардиограммы является обязательным. Неотъемлемой частью всей процедуры тестирования должны быть регулярно повторяющиеся измерения кровяного давления. По окончании тестирования испытуемых необходимо проинформировать о мерах, предотвращающих опасное скопление крови в нижних конечностях.

**58.42. Противопоказания.** Испытуемый не допускается к тестам в следующих случаях:

- 1) отсутствие разрешения врача принимать участие в тестах с максимальными нагрузками;
- 2) оральная температура превышает 37,5°C;
- 3) частота сердечных сокращений после длительного отдыха выше 100 уд/мин;
- 4) явный упадок сердечной деятельности;
- 5) случай инфаркта миокарда или миокардита за последние 3 месяца; симптомы и показания электрокардиограммы, свидетельствующие о наличии этих заболеваний; признаки стенокардии;
- 6) инфекционные заболевания, включая простудные.



Менструация не является противопоказанием к участию в тестах. Однако в некоторых случаях целесообразно изменить расписание их проведения.

## Б. СТАНДАРТНЫЕ ТЕСТЫ

### 59.0. Описание основной методики проведения стандартных тестов

Во всех трех видах упражнений и независимо от того, с максимальной или субмаксимальной нагрузкой проводится тест, основная процедура тестирования является одинаковой.

Испытуемый приходит в лабораторию в легкой спортивной одежде и мягкой обуви. В течение 2 час. перед началом теста он не должен принимать пищу, пить кофе, курить.

59.1. Отдых. Тесту предшествует период отдыха, который длится 15 мин. В это время, пока устанавливаются физиологические измерительные приборы, испытуемый удобно сидит в кресле.

59.2. Период аккомодации. Самое первое тестирование любого испытуемого, как и все повторные тесты, даст достаточно надежные результаты, если основному тесту будет предшествовать короткий период упражнений с малой нагрузкой — период аккомодации. Он длится 3 мин. и служит следующим целям:

1) ознакомить испытуемого с аппаратурой и типом работы, которую он должен выполнять;

2) предварительно изучить физиологическую реакцию испытуемого на нагрузку приблизительно в 4 Мет, что соответствует частоте сердечных сокращений примерно 100 уд/мин;

3) ускорить приспособление организма к непосредственному проведению самого теста.

59.3. Отдых. За периодом аккомодации следует короткий (2 мин.) период отдыха; испытуемый удобно сидит в кресле, пока экспериментатор делает необходимые технические приготовления.

59.4. Тест. В начале теста задается нагрузка, равная нагрузке аккомодационного периода, и испытуемый выполняет упражнения без перерыва до завершения теста. Через каждые 2 мин. работы нагрузка увеличивается на 1 Мет.

Тестирование прекращается при одном из следующих условий

1) испытуемый не в состоянии продолжать выполнять задание  
2) имеются признаки физиологической декомпенсации (см. 58.3);

3) данные, полученные на последней ступени нагрузки, позволяют экстраполировать максимальную аэробную производительность на основе последовательных физиологических измерений (выполненных в ходе тестирования. — Прим. ред.).

59.5. Измерения. Максимальное потребление кислорода в миллилитрах на килограмм в минуту измеряется непосредственно или вычисляется. Методы определения потребления кислорода весьма разнообразны, так же как разнообразны дополнительные техниче

ские приемы, используемые для анализа физиологических возможностей каждого индивида. Подробнее об этом будет сказано дальше.

**59.6. Восстановление.** По окончании эксперимента физиологическое наблюдение продолжается в течение минимум 3 мин. Испытуемый вновь отдыхает в кресле, слегка приподняв ноги.

*Примечание.* Описанная методика тестирования дает сопоставимые физиологические данные, полученные при одинаковой последовательности увеличения нагрузки на третбане, велоэргометре и степэргометре. Дальше методика тестирования описана отдельно для каждого из трех приборов.

## 60.0. Третбан-тест

**60.1. Аппаратура.** Третбан и необходимое вспомогательное оборудование.

**60.2. Описание.** Тщательно выполняется основная методика тестирования, описанная в 59.0.

Скорость движения третбана с испытуемым, идущим по нему, равна 80 м/мин (4,8 км/час, или 3 мили/час). При такой скорости энергия, необходимая для передвижения по горизонтали, равна приблизительно 3 Метам; каждое увеличение наклона на 2,5% добавляет одну единицу начальной скорости метаболизма, т. е. 1 Мет к расходу энергии. В конце первых 2 мин. наклон третбана быстро увеличивается до 5%, в конце следующих 2 мин. — до 7,5%, затем до 10%, 12,5% и т. д. Полная схема дана в табл. 1.

Таблица 1

Стандартный третбан-тест

Фазы теста	Продолжительность (мин.)	Энергия (Меты)	$\dot{V}_{O_2}$ - запрос (мл/кг·мин.)	Угол наклона (%) при скорости движения 80 м/мин
Отдых	10—20	1	3,5	—
Аккомодационный период	3	4	14,0	2,5
Восстановление	2	1	3,5	—
Собственно тест	2	4	14,0	2,5
	2	5	17,5	5,0
	2	6	21,0	7,5
	2	7	24,5	10,0
	2	8	28,0	12,5
	2	9	31,5	15,0
	2	10	35,0	17,5
	2	11	38,5	20,0
	2	12	42,0	22,5
	2	13	45,5	25,0
	2	14	49,0	27,5
	2	15	52,5	30,0

*Примечание.* Уровень физической пригодности испытуемого возрастает по мере возрастания его способности обеспечить увеличивающийся кислородный запрос. Здесь показаны изменения от низкого уровня ( $\dot{V}_{O_2} = 14$  мл/кг·мин до достаточно высокого ( $\dot{V}_{O_2} = 52,5$  мл/кг·мин.).

Субстандартный третбан-тест  
(для тестирования испытуемых с патологической кардиореспираторной пригодностью)

Фазы теста	Продолжительность (мин.)	Энергия (Метры)	$\dot{V}O_2$ -запрос (мл/кг·мин.)	Угол наклона (%) при скорости движения 53,5 м/мин
Отдых	10—20	1	3,5	—
Аккомодационный период	3	2	7,0	0
Восстановление	2	1	3,5	—
Собственно тест	2	2	7,0	0
	2	2,66	9,3	2,5
	2	3,33	11,7	5,0
	2	4	14,0	7,5
	2	4,66	16,3	10,0
	2	5,33	18,7	12,5
	2	6	21,0	15,0
	2	6,66	23,3	17,5
	2	7,33	25,7	20,0
	2	8	28,0	22,5

Суперстандартный третбан-тест\*

Фазы теста	Продолжительность (мин.)	Энергия (Метры)	$\dot{V}O_2$ -запрос (мл/кг·мин.)	Угол наклона (%) при скорости движения 100 м/мин
Отдых	10	1	3,5	—
Аккомодационный период	3	6	21,0	4
Восстановление	2	1	3,5	—
Собственно тест	1	6	21,0	4
	1	7	24,5	6
	1	8	28,0	8
	1	9	31,5	10
	1	10	35,0	12
	1	11	38,5	14
	1	12	42,0	16
	1	13	45,5	18
	2	14	49,0	20
	2	15	52,5	22
	2	16	56,0	24
	2	17	59,5	26
	2	18	63,0	28
	2	19	66,5	30

\* Величина кислородного запроса в суперстандартном тесте недостаточна для обследования спортсменов высшей квалификации. Поскольку угол наклона третбан увеличивать более 30% нельзя, наиболее естественный путь изменения теста для спортсменов высшей квалификации — увеличение скорости передвижения и использование бега вместо ходьбы. —Прим. ред.

**60.3. Измерения.** Результатом теста является величина *max*-цикл  $\dot{V}_{O_2}$ , выраженная в мл/кг·мин. Этот показатель получается на основе непосредственных измерений газообмена или путем экстраполяции полученных данных (табл. 1).

#### **60.4. Основное руководство и правила.**

**60.41.** Для аккомодационного периода устанавливается наклон авный 2,5%. Скорость и наклон не изменяются в течение первых мин. основного теста, если физиологическая реакция в период аккомодации не свидетельствует об исключительно высоких функциональных возможностях испытуемого. В этом случае расход энергии при скорости 80 м/мин и наклоне 30% (предполагаемое ограничение наклона третбана) не будет соответствовать максимальным возможностям испытуемого и тест придется изменить соответствующим образом (табл. 3).

**60.42.** В случае патологических изменений (коронарное сердечное заболевание, легочная недостаточность, недавно перенесенное инфекционное заболевание) рекомендуется проводить обследование согласно изменениям, представленным в табл. 2.

**60.43.** При ходьбе или беге на третбане держаться руками за какой-либо закрепленный предмет (поручни или перила) запрещается.

### **61.0. Велоэргометр-тест**

**61.1. Аппаратура.** Велоэргометр с приспособлением, регулирующим величину нагрузки, и необходимое вспомогательное оборудование.

**61.2. Описание.** Основная методика тестирования, описанная 59.0, полностью соблюдается. Во время теста испытуемый педاليрует с заранее выбранной постоянной частотой — 50 или 60 об/мин без перерывов, следя за метрономом.

Нагрузка увеличивается через каждые 2 мин. Чтобы создавать на велоэргометре нагрузки, соизмеримые с нагрузками на третбане степэргометре, вес испытуемого при определении первоначальной нагрузки и ее увеличениях должен учитываться следующим образом:

1) 1 ватт первоначальной нагрузки соответствует 1 кг веса испытуемого;

2) каждое увеличение нагрузки должно составлять 1/3 от веса тела.

*Пример.* Испытуемые: А = 75 кг, Б = 50 кг, В = 25 кг.

Испытуемый	Вес тела (в кг)	Увеличение нагрузки (ватты)	Первоначальная нагрузка (ватты)	2-я нагрузка	3-я нагрузка	4-я нагрузка	
А	75	25	75	100	125	150	...
Б	50	17	50	67	84	101	...
В	25	8	25	33	41	50	...

**61.3. Измерения.** Кислородная стоимость мышечной работы любой заданной интенсивности вычисляется по формуле:

$$\dot{V}_{O_2} = (\text{кгм} \cdot 1,78) + 1,5 \text{ Мет},$$

где  $\dot{V}_{O_2}$  — кислородный запрос в мл/мин;

кгм (или ватты  $\times 6$ ) — интенсивность работы в 1 мин.;

1,78 — мл кислорода, требуемого на 1 кгм работы;

1,5 Мет — приблизительная величина потребления кислорода испытуемым, работающим на велоэргометре без нагрузки. С увеличением сопротивления (нагрузки) все большее число мышц включается в работу, в результате чего роль этого фактора (т. е. энерготраты, идущие на обеспечение позы. — *Прим. ред.*) возрастает и достигает более 2 Мет при интенсивности, равной 1800 кгм/мин.

**61.4. Основное руководство и правила.** *61.41.* Поскольку общий кислородный запрос у всех испытуемых, работающих на велоэргометре при заданной нагрузке, почти одинаков, то величина  $\dot{V}_{O_2}$  в мл/кг·мин. будет в основном зависеть от веса испытуемого. Напротив, при выполнении упражнений, где сопротивление задается силами тяжести, т. е. на наклонном третбане или степэргометре, кислородный запрос на единицу веса постоянен, а общий запрос кислорода изменяется с изменением веса испытуемого. Существующая взаимосвязь между нагрузкой, общим запросом кислорода,  $\dot{V}_{O_2}$  на килограмм веса тела и Метами изображена на рис. 22 (для испытуемых весом 50, 60, 70, 80 кг).

*61.42.* Стабильность частоты педалирования проверяется и регулируется индикатором скорости, счетчиком оборотов и метрономом.

*61.43.* Энергетическая стоимость педалирования на стационарном велоэргометре хорошо известна, но надо помнить, что чрезмерное сопротивление, создаваемое трением подшипников в педалях цепи, может изменить величину нагрузки. Поэтому необходимо следить за свободным движением всех движущихся частей велоэргометра.

*61.44.* Высота сиденья должна подбираться индивидуально для каждого испытуемого таким образом, чтобы он мог вытянутой ногой достать до нижней педали.

*61.45.* При наличии патологических признаков (см. 58.42) первоначальная нагрузка должна равняться 25 ваттам, или 150 кгм/мин. Через каждые 2 мин. нагрузка должна увеличиваться на 12,5 ватт, или 75 кгм/мин.

*61.46.* Для хорошо тренированных спортсменов методика тестирования остается такой же, с той лишь разницей, что, как и в суперстандартном третбан-тесте, первые 10 раз следует увеличивать нагрузку через минутные интервалы, чтобы сократить продолжительность всего эксперимента. При нагрузках выше 275 ватт (1650 кгм/мин) нагрузку надо увеличивать через 2-минутные интервалы.

*61.47.* В особых случаях можно вносить определенные изменения в данный тест. Например, выполнять упражнения лежа, а не с

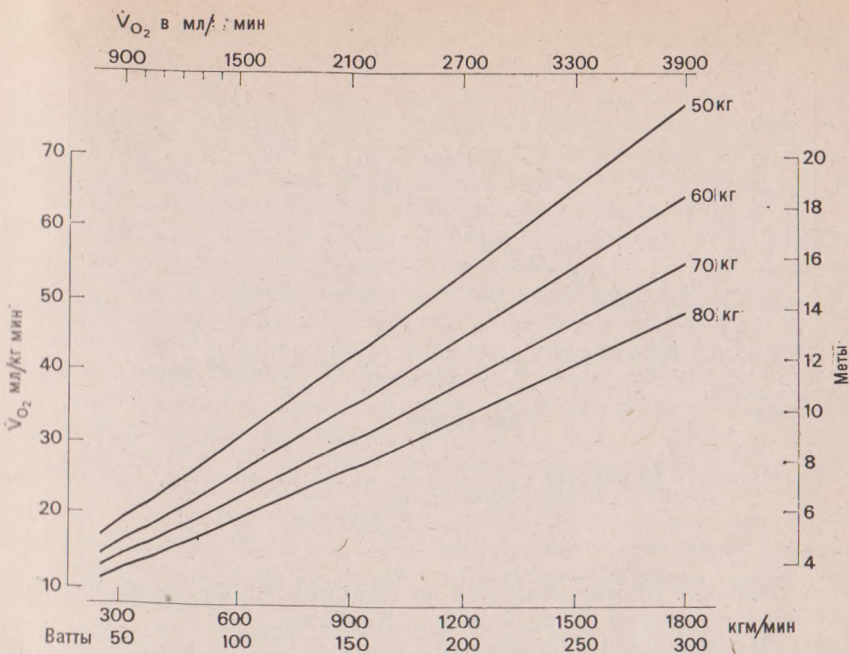


Рис. 22. Кислородный запрос (общий и на килограмм веса тела) и расход энергии в Метях (кратных числа скорости метаболизма в покое) для испытуемых с разным весом тела в широком диапазоне интенсивностей работы на велоэргометре

и вместо езды на велосипеде использовать вращение рукоятки руками. Однако, поскольку эффективность этих видов работы различна, «нормальная» связь «кгм/мин — кислородный запрос» в данном случае не может быть исследована. Поэтому исследователи обязаны точно описать произведенные изменения.

## 62.0. Эргометрический степ-тест

**62.1. Аппаратура.** Степэргометр с регулируемой высотой ступенек (высота ступенек кратна 4,5 см), вспомогательное оборудование.

**62.2. Описание.** Испытуемый после обычного отдыха и разминки шагает вверх и вниз по ступенькам эргометра с частотой подъема в 1 мин. Такая частота, хотя она немного выше желательной, выбрана для того, чтобы сохранить высоту ступенек в приемлемых пределах при больших нагрузках. Первоначальная высота ступенек 4,5 см. Каждые 2 мин. высота эргометра увеличивается на 0,5 см, как указано на рис. 23; при переходе с одной высоты на другую частота шагов не изменяется. Это позволяет постепенно увели-

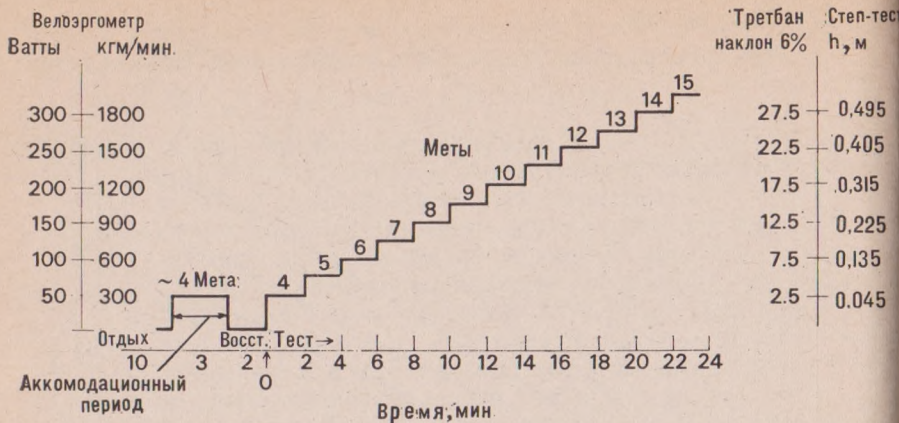


Рис. 23. Методика проведения стандартных тестов на третбане, велоэргометре и степ-эргометре

чивать нагрузку от минимальной до максимальной, что будет соответствовать затратам энергии от 2 до 15 Метов.

**62.3. Измерения.** Кислородный запрос ( $\dot{V}_{O_2}$ ) в мл/кг·мин. при частоте шагания 33 подъема в минуту может быть предсказан или оценен по формуле:  $\dot{V}_{O_2} = (f \times h \times 1,33 \times 1,78) + 10,5$ ,

где  $f$  — частота шагания (число подъемов в 1 мин.);

$h$  — высота ступенек в метрах;

1,33 — работа, совершаемая при ходьбе вверх, плюс 1/3 работы при ходьбе вниз;

10,5 — 10,5 мл/кг·мин., дополнительный запрос кислорода, необходимый для горизонтальных движений вперед и назад со ступенек;

1,78 — мл кислорода, требуемого на 1 кгм работы.

**62.4. Основное руководство и правила. 62.41.** Энергетическая стоимость упражнений на степ-эргометре складывается из следующих компонентов:

1) каждый шаг вперед и назад, выполняемый на два счета; за 132 удара, отсчитанных метрономом ( $132/4=33$  подъема), расход энергии на эту работу составит приблизительно 3 Мета;

2) подъем собственного веса на высоту одной ступеньки;

3) опускание на пол. Этот вид работы приблизительно равен 1/3 работы, совершаемой при подъеме<sup>1</sup>.

**62.42.** На рис. 2 методика проведения тестов на степ-эргометре дана в сравнении с экспериментами на третбане и велоэргометре.

**62.43.** Полный цикл подъема и спуска совершается на 4 счета: на 2 счета испытуемый поднимается на ступеньку, встает прямо на

<sup>1</sup> Точнее было бы сказать, что затраты энергии на выполнение этой работы равны 1/3 затрат энергии на работу по подъему тела. — Прим. ред.

обе ноги, на следующие 2 счета опускается на пол. Следует начинать движение то с левой, то с правой ноги: это позволит уменьшить локальное мышечное утомление. Чтобы правильно чередовать ноги, можно пользоваться следующим правилом: на счет «четыре» четко опускать ногу на пол и тут же поднимать ее на счет «раз» для подъема. После небольшой практики, особенно если добиться ритмичности выполнения данного упражнения (например, 4 подъема с левой ноги и 4 с правой), эта процедура, которая не требует специального навыка, становится автоматической.

62.44. Как и в эксперименте с третбаном и велоэргометром, скорость движения (частоту шагов) можно широко варьировать. Обычная частота, 33 подъема в 1 мин., выбрана специально с учетом описанного степэргометра, который имеет регулируемую от 0 до 50 см ступеньку. На таком степэргометре можно обследовать 90% любой популяции людей.

Держаться за какие-либо закрепленные предметы во время тестирования нельзя, так как это искажает результаты.

62.45. В случае тестирования испытуемых с патологическими признаками (см. 60.42 и 61.45) следующие изменения обеспечат приблизительно те же нагрузки, что и субстандартный третбан-тест:

- 1)  $f=22$  подъема в 1 мин.;
- 2) работа в аккомодационном периоде и при первоначальной нагрузке в тесте выполняется без ступеньки;
- 3) высота ступенек увеличивается на 15 мм, в той же последовательности, что и в стандартном степ-тесте.

В этом случае используется следующая формула для предсказания оценки  $\dot{V}_{O_2}$ :

$$\dot{V}_{O_2} = (22 \times 1,33 \times 1,7 \times h) + 7 \text{ (см. 62.3),}$$

где  $h$  — высота ступеньки в метрах;

7 — 7 мл/кг·мин. кислорода, необходимого для шагания вперед и назад с частотой  $22 \times 4 = 88$  шагов.

## В. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

### 63.0. Прямое и косвенное тестирование физической пригодности

Основная процедура тестирования аэробной производительности на третбане, велоэргометре и степэргометре была разработана с целью:

- 1) обеспечить возможность тестирования как в лабораторных, так и в полевых условиях;
- 2) использовать одну и ту же аппаратуру в разных тестах. Различие между прямым и косвенным тестированием обусловлено сложностью физиологических параметров, используемых для определения аэробной производительности.

**Прямые методы определения аэробной производительности.** Как уже было отмечено, максимальная аэробная производительность связана с функциональными возможностями сердечно-сосудистой и дыхательной систем доставлять кислород к активным тканям. Лю-



бое прямое определение аэробной производительности должно поэтому использовать методы, которые позволяют измерять:

1) способность сердца перекачивать кровь по сосудистому руслу, т. е. максимальную производительность сердца и ее два компонента — частоту сердечных сокращений и ударный объем;

2) возможности дыхательной системы, включая дыхательные процессы, происходящие при газообмене как в легких, так и в тканях;

3) собственно метаболические процессы, т. е. использование углеводов и жирных кислот в качестве источников энергии;

4) свойства крови, обеспечивающие транспорт газов и питательных веществ, буферирование кислых метаболитов, теплопередачу и терморегуляцию.

Отношение между потреблением кислорода ( $\dot{V}_{O_2}$ )<sup>1</sup> и сердечной деятельностью, с одной стороны, потреблением кислорода и дыхательной деятельностью, с другой, выражается уравнениями 1 и 2.

$$\dot{V}_{O_2} = f_H \cdot V_S \cdot (a - V)_{O_2}, \quad (1)$$

$$\dot{V}_{O_2} = \dot{V}_E \cdot (F_{IO_2} - F_{EO_2}) \quad (2)$$

где  $\dot{V}_{O_2}$  — потребление кислорода в мл/мин;

$f_H$  — частота сокращений сердца;

$V_S$  — систолический объем сердца (точнее было бы сказать — систолический объем крови. — *Прим. ред.*);

$(a - V)_{O_2}$  — разница содержания кислорода в артериальной и венозной крови;

$\dot{V}_E$  — легочная вентиляция в минуту (STPD)<sup>2</sup>;

$F_{IO_2}$ ,  $F_{EO_2}$  — содержание кислорода во вдыхаемом (inspired) и выдыхаемом (expired) воздухе.

В какой мере эти факторы, определяющие максимальную аэробную производительность, должны быть изучены, решают сами исследователи. Однако несколько основных измерений считаются необходимыми для прямого определения аэробной производительности. Эти измерения и рассматриваются здесь.

**63.1. Дыхательная функция.** Поскольку величина максимального потребления кислорода рассматривается как физиологический критерий физического состояния, определение дыхательного газообмена через определенные промежутки времени при возрастающих по ходу тестирования нагрузках является обязательным.

Методы определения дыхательного газообмена оставлены на усмотрение исследователей и зависят от имеющегося в их распоряжении оборудования. Возможны различные варианты: 1) простейший метод собирания выдыхаемого воздуха в специальные мешки для

<sup>1</sup> В стандартах кислородный запрос (oxygen requirement) и потребление кислорода (oxygen intake) обозначаются одним и тем же символом  $\dot{V}_{O_2}$ . — *Прим. ред.*

<sup>2</sup> STPD — приведение объема газов к температуре 0°, давлению 760 мм рт. ст. сухому состоянию газа. — *Прим. ред.*

его анализа химическим или электронным путем, а также для определения его объема; 2) более сложные непрерывные измерения всех составных компонентов с последующей автоматической обработкой итоговой информации. Обычно трудоемкая работа по анализу результатов тестирования ограничивает число тестов, которые можно провести в течение одного дня. В таких случаях рекомендуется собирать выдыхаемый воздух не на каждом уровне постепенно повышающейся интенсивности, а только на 2—3 субмаксимальных и 3 максимальных уровнях (например, когда частота сердечных сокращений равна 120, 140 и 150—160 уд/мин и затем трижды при максимальной интенсивности). Невозможно указать точные данные относительно частоты сокращений сердца при последних трех измерениях, так как у различных групп людей максимальная частота сердечных сокращений может изменяться от 140 до 200 и более.

Непрерывно измеряя дыхательный коэффициент (RER — respiratory exchange ratio), можно определить момент, когда аэробная поставка кислорода становится неадекватной. никоим образом, однако, это нельзя рассматривать как достижение максимального потребления кислорода.

Помимо максимального потребления кислорода, представляют интерес следующие показатели дыхательной функции:

- 1) дыхательный коэффициент в момент наивысшего потребления кислорода;
- 2) максимальная вентиляция легких, частота дыхания и объем выдыхаемого и выдыхаемого воздуха;
- 3) отношение между  $\max \dot{V}$  во время работы и максимальной произвольной вентиляцией легких (МПВ);
- 4) дыхательный эквивалент для кислорода:  $\frac{\max \dot{V}}{\max \dot{V}_{O_2}}$ ;
- 5) утилизация кислорода:  $F_{I_{O_2}} - F_{E_{O_2}}$ .

#### Критерии достижения $\max \dot{V}_{O_2}$

1. Кислородное потребление перестает линейно возрастать с увеличением нагрузки и достигает плато; последние две величины  $\dot{V}_{O_2}$ , полученные при измерении, не различаются более чем на  $\pm 5\%$ .

2. При определении максимальной аэробной производительности у «нормальных» испытуемых концентрация лактата в крови на 3—5-й минуте после завершения теста составляет 90—100 мг на 100 мл крови.

3. Другие показатели дыхательной функции, такие, например, как диффузия в легких кислорода, CO или CO<sub>2</sub>, определение остаточного объема и скорости устранения азота из легких во время отдыха и упражнений, максимальная произвольная вентиляция легких и т. д., могут быть использованы для расширения знаний об индивидуальных физиологических особенностях испытуемых. Эти показатели должны рассматриваться лишь как дополнительные.

**63.2. Сердечно-сосудистая система. 63.21.** Наиболее важным показателем возможностей сердечно-сосудистой системы является максимальная производительность сердца. Вероятно, работоспособность сердца сама определяется ограничениями в снабжении миокарда артериальной кровью и кислородом. К сожалению, измерения общего кровотока и его распределения между различными органами нуждаются в специально оборудованных лабораториях. Приступать к определению максимальной производительности сердца любым из существующих методов следует только при наличии соответствующей аппаратуры.

Из двух компонентов, от которых зависит производительность сердца (а именно: частоты сокращений и ударного объема), только первый может быть легко измерен. Прямое измерение второго компонента практически невозможно, но относительные изменения его могут быть зарегистрированы (с малой точностью) на основе измерений артериального давления. Так как частота сокращений сердца и артериальное кровяное давление также являются важными показателями работы сердца, их необходимо использовать в прямом методе оценки способности сердца к адаптации.

*Частота сокращений сердца.* Частоту сердечных сокращений необходимо регистрировать непрерывно, пользуясь электрокардиограммой, регистрируемой в биполярном грудном отведении (положения электродов: кнутри от правого грудино-ключичного сустава и в пятом межреберье на передней подмышечной линии); кардиограмма используется также, особенно в среднем и старческом возрасте, для определения отклонений от нормальной сердечной деятельности.

Кроме того, следует постоянно непосредственно подсчитывать сокращения сердца в минуту, желательнее путем аускультации плечевой артерии. Вероятнее всего, этот способ единственно возможный при измерении частоты сердечных сокращений в полевых условиях. При достаточной практике разница между значениями ЧСС, полученными при аускультации и из данных ЭКГ, не будет больше  $\pm 2$  уд/мин. Нужно избегать обычной в таких случаях ошибки начинать отсчет у нулевой отметки времени со счета «раз» вместо «нуль». При подсчете ЧСС по 15-секундным интервалам ошибка будет составлять 4 удара в минуту.

*Артериальное кровяное давление.* Для измерения артериального кровяного давления обычно используется традиционный метод аускультации плечевой артерии. Тщательно избегая появления искусственных шумов, создаваемых измерительными приборами, опытный исследователь может получить достаточно точные данные о систолическом давлении. Эти данные хорошо согласуются с данными прямых измерений внутриартериального давления.

При малых нагрузках шум, производимый аппаратурой, могут влиять на определение звуков Короткова путем аускультации. Изменение обычного положения капсулы стетоскопа несколько внутрь или наружу над артерией в *sulcus bicipitalis* помогает получить чистые звуки.

При очень высоких нагрузках систолическое давление может сильно изменяться от цикла к циклу. В таких случаях должна быть зарегистрирована как наивысшая величина давления, так и наиболее четко различаемое давление.

Точное измерение диастолического кровяного давления во время упражнений не всегда возможно. Иногда при высоких нагрузках чистый и сильный звук можно услышать, почти не затягивая манжету. Эта особенность обычно проявляется у испытуемых с хорошо тренированным сердцем.

Обычно диастолическое давление во время упражнений не рассматривается как диагностический признак, за исключением одного случая — когда оно растет с увеличением интенсивности работы. Такое повышение давления следует рассматривать как сигнал приближения сердечно-сосудистой декомпенсации.

*Критический предел.* Одновременное наблюдение за частотой сердечных сокращений и артериальным кровяным давлением во время опыта дает возможность определить приближение функциональных пределов сердечно-сосудистой системы. Когда, например, диастолическое давление поднимается без соответствующего увеличения систолического давления или когда систолическое давление начинает падать после достижения максимума, исследователь должен закончить эксперимент. Частота сердечных сокращений при этом может выравниваться, но не обязательно. Дальнейшее увеличение ее в таких случаях может не являться показателем увеличения производительности сердца или потребления кислорода.

Показателем полезного пика потребления кислорода может быть «кислородный пульс», который выражается формулой  $\dot{V}_{O_2} : f_H$  и вычисляется при помощи данных о газообмене и частоте сердечных сокращений на последних стадиях теста. Поскольку

$$V_{O_2} = f_H \cdot V_S \cdot (a - V)_{O_2}, \text{ то } \dot{V}_{O_2} : f_H = V_S \cdot (a - U)_{O_2}$$

Это указывает на то, что изменения в «кислородном пульсе» отражают изменения, произошедшие в ударном объеме, и  $(a - U)_{O_2}$  разницу.

Падение «кислородного пульса» в конце теста может рассматриваться как кардиоваскулярный критерий достижения или превышения максимальной аэробной производительности.

**63.3. Свойства крови.** Так как не существует никаких ограничений в использовании дополнительных показателей дыхательной и сердечно-сосудистой систем, то можно проводить любое число необходимых исследований крови. Однако следующие измерения считаются существенными при прямом определении аэробной производительности:

- 1) содержание молочной кислоты в крови на 5-й минуте после выполнения упражнений, которое указывает на степень напряжения организма;
- 2) гематокрит и гемоглобин в покое.

## Г. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ АЭРОБНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ СУБМАКСИМАЛЬНЫХ ТЕСТОВ

Прямое определение максимальной аэробной производительности при помощи тестов с максимальной нагрузкой часто бывает невозможным. При обследовании некоторых индивидов или популяционных групп следует избегать максимальных нагрузок, учитывая возраст, отклонения в состоянии здоровья или нежелание испытуемых делать максимальные усилия. В таких случаях необходимо прибегать к модификации тестов.

### 64.0. Стандартный субмаксимальный тест

Простейший и наиболее эффективный метод состоит в использовании стандартной методики тестирования по одному из описанных вариантов, однако закончить тест в этом случае следует, когда частота сокращений сердца испытуемого достигнет примерно 80% от максимальной.

Здесь даны средние величины максимальной частоты сокращений сердца для различных возрастных групп:

Возраст (лет)	Средняя максимальная ЧСС (уд/мин)
10—15	210
16—20	200
21—35	190
36—45	180
46—55	170
56 и более	160

Если последовательно на протяжении всего теста фиксировать частоту сокращений сердца каждую вторую минуту после увеличения нагрузки, то полученная таблица позволит провести экстраполяцию предполагаемой максимальной ЧСС. Каждой нагрузке соответствует определенный кислородный запрос (в миллилитрах на килограмм в минуту), который служит критерием максимальной аэробной производительности.

### 65.0. Субмаксимальный полевой степ-тест

При обследовании больших групп людей, а также при врачебном обследовании, когда нет возможности пользоваться сложной аппаратурой, следующий субмаксимальный степ-тест может быть применен с удовлетворительными результатами.

**65.1. Аппаратура.** Четыре ступеньки высотой 10, 20, 30 и 40 см (для испытуемых с хорошей физической подготовленностью добавляется ступенька 50 см); метроном или соответствующей длины маятник; манометр и манжета для измерения кровяного давления; стетоскоп.

**65.2. Описание.** Испытуемый выполняет тестовое задание в течение 3 мин. на каждой ступеньке с уменьшенной частотой 30 шагов/мин; во всем остальном он следует методике, описанной в 62.0. Тест может начинаться на горизонтальном уровне или на ступеньке высотой 10 см. При переходе от одной ступеньки к другой ритм шагов не должен нарушаться.

**65.3. Измерения.** При определении величины  $\max \dot{V}_O$  должна соблюдаться процедура экстраполяции, описанная в 64.0. Энергозапрос при шести различных нагрузках (горизонтальный уровень 10, 20, 30, 40 и 50 см) соответственно равен 3, 5, 7, 9, 11 и 13 Мет.

**65.4. Основное руководство и правила.** Упражнение заканчивается, когда ЧСС испытуемого достигает приблизительно 80% от максимальной (см. 64.0). Остальные указания по методике тестирования те же, что и в 62.0.

### 66.0. Модифицированный субмаксимальный полевой степ-тест для детей 6—10 лет

Для детей от 6 до 10 лет единственным необходимым изменением описанного теста является уменьшение частоты шагов с 30 до 24 в 1 мин. Запрос энергии при пяти рекомендуемых нагрузках (от горизонтального уровня до ступеньки максимум 40 см) соответственно равен приблизительно 2; 3,5; 5; 6,5 и 8 Метам (рис. 24).

Для экстраполяции кривой ЧСС за максимум в этой возрастной группе принимается частота 220 уд/мин.

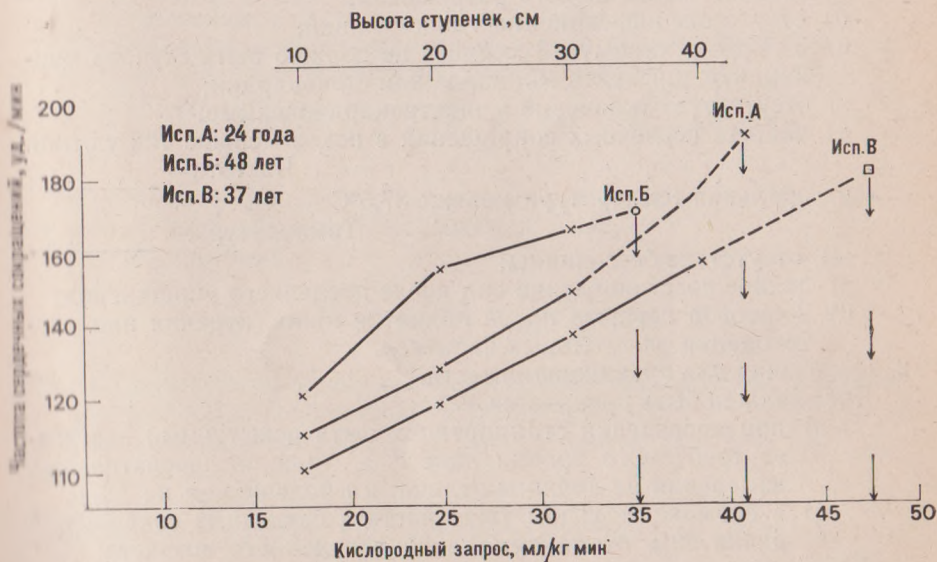


Рис. 24. Степ-тест. Примеры определения  $\max \dot{V}_{O_2}$  у трех испытуемых путем измерения частоты сердечных сокращений при трех или четырех субмаксимальных нагрузках ( $i=30$  подъемов/мин)

## 67.0. Оценка максимальной аэробной производительности по двигательным достижениям

Когда нет измерительной или вычислительной аппаратуры, необходимой для определения или оценки максимальной аэробной производительности, достижение в беге на 2000 м с установкой на максимальный результат может быть рекомендовано как отличный эквивалентный тест (см. раздел 5). Сторонники данного метода определения аэробной производительности считают, что лабораторные тесты аэробных возможностей оторваны от действительных условий жизни и что результаты этих тестов не соответствуют реальным. Споры по поводу данных методов тестирования обычно возникают из-за неправильного понимания целей, которые преследует каждый из методов; такие споры легко разрешаются, если ясно разъяснить, на чем основан каждый метод и каково его назначение.

### РАБОЧИЙ ЛИСТ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТОВ

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя, отчество \_\_\_\_\_

Регистрационный номер испытуемого и обследования \_\_\_\_\_



1. Проверьте, выполнены ли следующие требования:

- наличие медицинского разрешения;
- отсутствие инфекционных заболеваний;
- в течение минимум 3 месяцев не должно быть случаев миокардита, инфаркта миокарда или стенокардии;
- отсутствие отклонений в электрокардиограмме;
- частота сердечных сокращений в покое меньше 100 уд/мин.

Частота = \_\_\_\_\_

е) оральная температура меньше 37,5°C

Температура = \_\_\_\_\_

- отсутствие бессонницы;
- полное восстановление сил после последнего упражнения;
- 2-часовой перерыв после принятия пищи, курения или употребления алкогольных напитков.

2. Показания для прекращения теста.

Тест должен быть прекращен, если:

- при проведении стандартного теста испытуемый достигает требуемого уровня  $max \dot{V} O_2$  (два последовательных измерения не должны отличаться больше чем на 5%);
- в субмаксимальном тесте частота сердечных сокращений равна 80% от максимальной для данного возраста.

Кроме того, тестирование должно быть прекращено, когда существует любое из следующих условий. Нагрузка при этом должна быть снижена до минимальной:

а) испытуемый не в состоянии продолжать упражнение из-за утомления;

б) пульсовое давление неуклонно падает, несмотря на увеличение нагрузки;

в) систолическое давление превышает 240—250 мм рт. ст.;

г) диастолическое давление превышает 125 мм рт. ст.;

д) проявляются симптомы недомогания: боль в груди, сильная одышка, перемежающаяся хромота;

е) появляются клинические признаки гипоксии: бледность или синюшность лица, головокружение, психотические явления, отсутствие реакции на раздражение;

ж) имеют место отклонения в электрокардиограмме: пароксизмальная супервентрикулярная или вентрикулярная аритмия, непрерывный ряд экстрасистолических комплексов перед концом волны Т, нарушение проводимости, кроме легкой АВ блокады, снижение S—T горизонтального или нисходящего типа ( $>0,3$  мв).

3. Необходимые данные:

а) возраст (лет) \_\_\_\_\_

б) вес (кг) \_\_\_\_\_

в) рост (см) \_\_\_\_\_

г) максимальная ЧСС для данной возрастной группы \_\_\_\_\_

д) тест

1) третбан: скорость (м/мин)

2) велоэргометр: частота (оборотов в минуту)

3) степэргометр: частота (шагов в минуту)

4. Вычисления.

Максимальное потребление кислорода в миллилитрах в минуту ( $\dot{V}_{O_2}$ ) для всех тестов непосредственно измеряется по формуле:

$$\dot{V}_{O_2} = \dot{V}_E \cdot (F_{J_{O_2}} - F_{E_{O_2}})^1 \text{ (см. табл. 1).}$$

Максимальное потребление кислорода в мл/кг·мин. ( $\dot{V}_{O_2}$ ) также может быть оценено следующим образом.

Тест на третбане:

$$\dot{V}_{O_2} = 1,78v \left( \frac{g + 7,3}{100} \right),$$

где  $v$  — достигнутая максимальная скорость на третбане в м/мин,  
 $g$  — максимальный наклон (в %) на третбане.

Тест на велоэргометре:  $\dot{V}_{O_2} = 10,85 W + 5,3 w$  (см. рис. 1),

где  $W$  — ватты,

$w$  — вес испытуемого (в кг)<sup>2</sup>.

Степ-тест:  $\dot{V}_{O_2} = 2,37f \times h + 10,5$  (см. рис. 2),

<sup>1</sup> В тексте стандарта ошибочно указано, что это выражение дает величины  $\dot{V}_{O_2}$  в мл/кг·мин. Исправлено нами. — Прим. ред.

<sup>2</sup> Эта формула дает оценку  $\dot{V}_{O_2}$  в мл/мин, а не в мл/кг·мин. — Прим. ред.



5. Таблица результатов

Фазы теста	Продолжительность (в мин)	$W^1$ % <sup>2</sup> $h^3$	$f_h^4$	Кровяное давление		$\dot{V}_E^5$	$F_{EO_2}^5$	$\dot{V}_{O_2}^5$	Примечание
				сист.	диаст. разн.				
Отдых Аккомодаци- онный пе- риод Восстанов- ление	10—20								
	3								
	2								
Упр.	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								

<sup>1</sup>  $W$  — ватты, если тест проводится на велоэргометре;

<sup>2</sup> % — наклон в %, если тестирование на третбане;

<sup>3</sup>  $h$  — высота ступенек, если проводится степ-тест;

<sup>4</sup>  $f_h$  — ЧСС, измеренная за 15 сек. на второй минуте упражнения сразу же после того, как было зарегистрировано систолическое кровяное давление;

<sup>5</sup> — измерения газовых объемов должны быть скорректированы к величинам STPD.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя и отчество \_\_\_\_\_

(Другую информацию см. в разделе I А: Личные данные)

Серийный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

Кем проводилось обследование: \_\_\_\_\_

## Условия эксперимента

Место: стационарная лаборатория = 1; подвижная лаборатория = 2; полевая станция = 3

Атмосферное давление (мм рт. ст.)

Температура по сухому термометру (°C)

Температура по влажному термометру (°C)

Температура абсолютно черного тела (°C)

Скорость ветра — если эксперимент проводится вне помещения (м/сек)

Время в часах (до 24 час)

День недели: понедельник = 1,  
вторник = 2... воскресенье = 7

Дата обследования

Вид упражнений: третбан = 1; велоэргометр = 2;  
степ-эргометр = 3; другие (уточнить) = 4;

Примечание: \_\_\_\_\_

Метод: прямой  $\dot{V}_{O_2}$  = 1; косвенный  $\dot{V}_{O_2}$  = 2

## Данные теста

Длина тела (мм)

Вес тела (кг)

Максимальная ЧСС (уд/мин)

Максимальная вентиляция легких при ВТРС (л/мин)

Максимальное  $\dot{V}_{O_2}$  (мл/кг. мин.)

Максимальное систолическое кровяное давление (мм рт. ст.)

Максимальное диастолическое кровяное давление (мм рт. ст.)

Заполняется  
проводящим исследование  
КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 7

			7	(1-2)
				(3-6)
				(7-9)

				(11)
				(13-15)
				(17-19)
				(21-23)
				(25-27)
				(29-30)
				(32-35)
				(37)
				(39-42)

				(44)
				(46)

				(48-51)
				(53-56)
				(58-60)
				(62-65)
				(67-69)
				(71-73)
				(75-77)

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ТЕСТА

Серийный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

Кем проводилось обследование: \_\_\_\_\_

### Дыхательная функция

Максимальная произвольная вентиляция легких (л/мин)

Отношение  $max \dot{V}$  во время работы к максимальной произвольной вентиляции легких

Дыхательный коэффициент при  $max \dot{V}_{O_2}$

Диффузионная способность легких по кислороду (мл/мин · мм рт. ст.)

Остаточный объем (мл) \_\_\_\_\_

### Сердечно-сосудистая система

Частота сердечных сокращений в покое (уд/мин)

Гематокрит в покое (%)

Гемоглобин в покое (%)

Содержание молочной кислоты в крови после завершения упражнений (5-я минута) (мэкв/л)

### КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ

			8	(1-2)
				(3-6)
				(7-9)

				(11-13)
--	--	--	--	---------

(15-16)

(18-19)

(21-23)

(25-26)

				(28-30)
--	--	--	--	---------

(32-33)

(35-37)

(39-41)

## РАЗДЕЛ 4

### ТЕЛОСЛОЖЕНИЕ И СОСТАВ ТЕЛА

Размеры и геометрия человеческого тела оказывают влияние на способность к двигательным достижениям. Выяснение степени этого влияния является частью процесса определения физического состояния.

Многие читатели, безусловно, интересуются антропометрией как таковой, придавая самостоятельное значение определению особенностей роста и развития. Без сомнения, они будут с энтузиазмом изучать различия, отражающие социальную и генетическую специфику разных популяций, будут исследовать особенности телосложения и состава тела, которые вызваны определенными естественными или искусственно созданными условиями окружающей среды: режимом тренировок, питанием, привычками и т. п. Некоторые читатели могут заинтересоваться определением телосложения только для того, чтобы лучше истолковать свои результаты.

Какой бы ни была природа этих интересов, методические указания, приведенные на следующих страницах, будут весьма полезны. Основные и вспомогательные приемы измерения размеров тела, т. е. длиннотных, обхватных размеров, диаметров и кожно-жировых

складок описаны в разделе «А»; определение различных компонентов тела — воды, жира, тощей массы — в разделе «Б»; методики определения физической зрелости у молодых людей — в разделе «В».

На этих измерениях основаны несколько индексов телосложения. Возможно, наиболее полезным из них является весо-ростовой индекс ( $PI$ ), предложенный Хирата (1972)<sup>1</sup>:

$$PI = \sqrt[3]{W} / H \cdot 1000 \quad (\text{см. приложение 4}),$$

где

$W$  — вес тела (кг),

$H$  — длина тела (см).

Система регистрации и кодирования предлагается для тех, кто хочет ею пользоваться.

## А. АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

### 68.0. Основные измерения

Основными измерениями, которые могут быть включены в антропометрическую измерительную программу, являются следующие (из этих измерений складывается общее впечатление о конституции человеческого тела):

Вес

Измерение длиннотных размеров

Стоя:

длина тела

высота плечевой точки

высота лучевой точки

высота пальцевой точки

высота вертельной точки

высота верхнеберцовой точки

Сидя:

рост сидя

высота верхнегрудинной точки

Измерение диаметров:

акромиальный диаметр (плечевой)

тазогребневый диаметр (тазовый)

биэпикондиллярный диаметр плечевой кости (ширина локтя)

биэпикондиллярный диаметр бедренной кости (ширина колена)

Измерение обхватов:

обхват груди на уровне мечевидного отростка<sup>1</sup>

<sup>1</sup> К.-И. Хирата: Ponderal index. A paper presented to the International Conference of Sport Sciences, München, 1972.

<sup>1</sup> В отечественной антропометрической практике при измерении обхвата грудной клетки сантиметровая лента располагается не на уровне мечевидного отростка, как рекомендует настоящий стандарт, а на уровне нижнего края околососкового кружка спереди (у мужчин) или по верхнему краю грудных желез у женщин; сзади лента проходит (как у мужчин, так и у женщин) под нижним углом лопаток. При закроечных измерениях обхвата груди используется несколько показателей. Кроме того, в швейной стандартизации применяются свои правила измерения обхвата груди. — Прим. ред.

обхват плеча в напряженном и расслабленном состоянии  
обхват бедра

Измерение кожно-жировых складок в области:

двуглавой мышцы плеча  
трехглавой мышцы плеча  
под лопаткой  
над подвздошной костью  
на внутренней стороне бедра  
на внешней стороне бедра.

Для тех, кто хочет проводить обследование по более обширной программе, включена серия дополнительных измерений. На следующих страницах они помечены звездочкой.

### **69.0. Общие требования к условиям измерений**

Необходимо, чтобы в антропометрической лаборатории поддерживалась температура, при которой раздетые испытуемые чувствовали бы себя нормально. Во время эксперимента никто не допускается в комнату, кроме антропометриста и его помощника. Помощник обычно записывает результаты измерений.

### **70.0 Приборы, используемые для антропометрических измерений**

Весы

стальной антропометр  
толстотный циркуль  
скользящий циркуль  
калипер для измерения кожно-жировых складок  
стальная лента или лента из стекловолокна  
дермографический карандаш

### **71.0. Основные анатомические точки**

Пометки, производимые на коже испытуемого с целью указания основных анатомических точек (рис. 25), наносят дермографическим карандашом в форме коротких горизонтальных линий. Это должно быть сделано в самом начале измерений.

Измерения проводятся на правой стороне тела испытуемого, причем он либо раздет совсем, либо одет в плавки.

**71.1. Франкфуртская горизонталь** — прямая линия, соединяющая самую нижнюю точку нижнего края правой глазницы и самую верхнюю точку верхнего края наружного слухового прохода.

**71.2. Верхушечная точка** — наиболее высоко расположенная точка в верхней части головы в среднесагиттальной плоскости, когда голова находится во франкфуртской горизонтали. Эта точка определяется непосредственно во время измерений, и нет необходимости отмечать ее заранее.

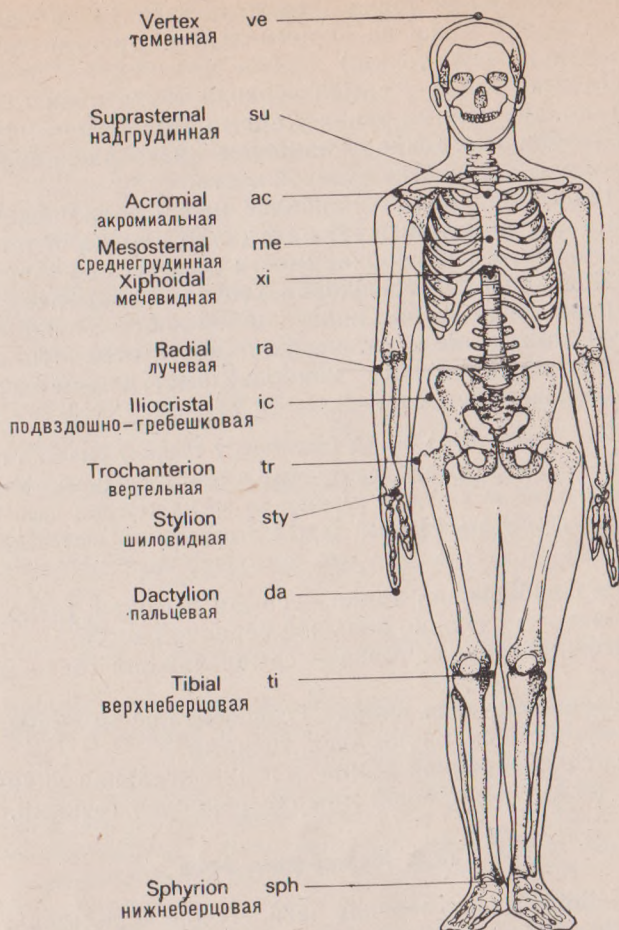


Рис. 25. Основные «точки» человеческого тела. Антропометрические измерения Международного комитета по стандартизации тестов физического состояния

**71.3. Верхнегрудинная точка** — средняя точка передневерхнего края рукоятки грудины.

**71.4. Среднегрудинная точка** — средняя точка грудины, расположенная на высоте сочленения ее с четвертым ребром.

*Примечание.* Эту точку можно определить следующим образом: нащупать угол грудины (он соответствует второму грудно-реберному сочленению) и затем отсчитать вниз еще два ребра.

**71.5. Нижнегрудинная точка** — самая нижняя в среднесагиттальной плоскости точка грудины в месте ее сочленения с мечевидным отростком.

**71.6. Акромиальная точка** (верхнеплечевая) — наиболее выступающая в сторону точка на акромиальном отростке лопатки. (Отметьте правую и левую точки.)

**71.7. Лучевая точка** — самая верхняя точка края головки лучевой кости при опущенных руках у прямо стоящего человека.

**71.8. Шиловидная точка** — наиболее низко расположенная точка на шиловидном отростке лучевой кости.

**71.9. Пальцевая точка** — наиболее низко расположенная точка мякоти дистальной фаланги III пальца. Эта точка определяется во время измерений, и нет необходимости отмечать ее заранее.

**71.10. Подвздошно-гребешковая точка** — наиболее выступающая в сторону точка гребня подвздошной кости. Точка определяется во время измерений, и нет необходимости отмечать ее заранее.

**71.11. Вертельная точка** — наиболее выступающая вверх точка в области большого вертела.

*Примечание.* У некоторых людей (особенно у тучных) бывает трудно определить эту точку. В таких случаях испытуемого просят сделать ногой вращательные движения, направленные внутрь и наружу, во время которых проводящий измерения пытается прощупать большой вертел и определить местонахождение вертельной точки.

**71.12. Верхнеберцовая точка** — самая высокая точка внутренней шероховатости головки большой берцовой кости.

**71.13. Нижнеберцовая точка** — самая нижняя точка медиального мыщелка.

**71.14. Среднеплечевая линия** — горизонтальная линия посередине между акромиальной и локтевой точками.

**71.15. Среднебедренная линия** — горизонтальная линия на коже посередине между вертельной и верхнеберцовой точками.

## **72.0. Измерение веса**

**72.1. Приборы для измерения веса.** Лучше использовать рычажные весы. Их необходимо регулярно проверять путем взвешивания эталонов веса. До употребления весы должны показывать нулевой вес.

**72.2. Описание и общие указания.** Испытуемый должен взвешиваться без одежды. Если это оказывается невозможным, то тогда из общего веса вычитают вес одежды. Взвешивание после принятия пищи или после упражнений недопустимо, если необходим надежный стандартный вес.

## **73.0. Измерение высот условных точек (стоя)**

**73.1. Приборы.** Антропометр или стадиометр.

**73.2. Описание.**

**73.21.** Длина тела — измерение от верхушечной точки до пола.

**73.22.** Высота акромиальной точки.

**73.23.** Высота лучевой точки.

- 73.24. Высота шиловидной точки \*.  
 73.25. Высота пальцевой точки.  
 73.26. Высота вертельной точки.  
 73.27. Высота верхнеберцовой точки.  
 73.28. Высота нижеберцовой точки \*.

**73.3. Общий указатель и комментарии.** При измерении высот указанных точек горизонтальная линейка антропометра должна последовательно переходить от одной точки к другой сверху вниз. Испытуемый должен стоять боком к экспериментатору на горизонтальной ровной платформе, прямо, соединив пятки. Голова фиксируется во франкфуртской горизонтали.

Необходимо следить за тем, чтобы антропометр не отклонялся от вертикальной линии. Время дня, когда проводятся измерения, необходимо указывать для того, чтобы впоследствии принимать во внимание суточные вариации антропометрических размеров.

## 74.0 Измерение высот отдельных условных точек (сидя)

**74.1. Приборы.** Антропометр или стадиометр, стол или скамья с ровной поверхностью известной высоты и подходящая по высоте подставка для ног.

### 74.2. Описание.

**74.21.** Рост сидя — измерение от верхушечной точки до поверхности стола.

**74.22.** Высота верхнегрудинной точки.

**74.3. Общие указания и комментарии.** Соображения, высказанные в 73.3, относятся и к этим измерениям со следующими изменениями. Испытуемый сидит на столе или скамье выпрямившись, ноги опущены. Руки расслаблены, лежат на бедрах. Если требуется, ноги можно поставить на подставку так, чтобы тазобедренный, коленный и голеностопный суставы образовывали прямые углы. Следует избегать сокращения ягодичных мышц. Измерения можно проводить либо от поверхности стола с помощью двух верхних секций антропометра, причем следить за тем, чтобы он находился в вертикальном положении, либо от пола и затем вычесть высоту стола.

## 75.0. Вычисление длины конечностей и их сегментов

Длина верхних и нижних конечностей и соответствующих сегментов может быть вычислена следующим образом.

**75.1. Общая длина верхней конечности.** Вычесть измерение 73.25 из 73.22.

**75.2. Длина плеча.** Вычесть измерение 73.23 из 73.22.

**75.3. Длина предплечья\*.** Вычесть измерение 73.24 из 73.23.

\* Размерные признаки, помеченные звездочкой, являются дополнительными. Их включают в программу основных антропометрических измерений, если это требуется.



75.4. **Общая длина нижней конечности**<sup>1</sup>. Определить высоту вертельной точки.

75.5. **Длина бедра**. Вычсть измерение 73.27 из 73.26.

76.6. **Длина голени**\*. Вычсть измерение 73.28 из 73.27.

### 76.0. Измерение диаметров

76.1. **Приборы для измерения**. Антропометр (только верхняя его часть) с прямой и изогнутой линейками, большой толстотный циркуль, скользящие циркули большого размера и стандартный.

#### 76.2. Описание.

76.21. **Акромиальный плечевой диаметр** (антропометр).<sup>2</sup> Расстояние между левой и правой акромиальными точками.

76.22. **Тазогребневый диаметр** (антропометр)<sup>2</sup>. Расстояние между левой и правой подвздошно-гребешковыми точками. Это измерение следует проводить с нажимом на мягкие ткани, чтобы прощупать и зафиксировать точки подвздошных гребней.

76.23. **Поперечный диаметр грудной клетки**\* (антропометр с изогнутой линейкой или большой толстотный циркуль). Измерения проводятся при обычном выдохе на уровне среднегрудинной точки в горизонтальной плоскости, в месте наибольшего выступания боковых частей ребер.

76.24. **Переднезадний диаметр грудной клетки**\* (антропометр с изогнутой линейкой или большой толстотный циркуль). Измерение проводится на уровне среднегрудинной точки в горизонтальной плоскости, от позвоночного столба до среднегрудинной точки.

76.25. **Бизепикондиллярный диаметр плечевой кости** (толстотный или скользящий циркуль). Рука испытуемого согнута в локтевом суставе под прямым углом. Измеряется расстояние между крайними внешними точками мыщелков плечевой кости. Этот размер, как правило, берется по косой линии, так как медиальный мыщелок расположен ниже, чем латеральный.

76.26. **Бизепикондиллярный диаметр бедренной кости** (толстотный или скользящий циркуль). Колено испытуемого согнуто под прямым углом. Измеряется максимальное расстояние между латеральным и медиальным мыщелками бедренной кости.

76.3. **Общие указания и комментарии**. Удобно пользоваться большим толстотным циркулем или антропометром следующим образом: взять одну ножку циркуля одной рукой, другую — другой так, чтобы, прощупывая кончиками пальцев соответствующие условные точки на кости, установить ножки циркуля в нужное положение.

<sup>1</sup> В отечественной практике принято длину ноги рассчитывать как полусумму высот лобковой и верхней остистоподвздошной точек над полом. — *Прим. ред.*

<sup>2</sup> У нас измеряется большим толстотным циркулем. — *Прим. ред.*

## 77.0. Измерение объёмов

77.1. **Приборы.** Гибкая металлическая или матерчатая лента, дермографический карандаш.

### 77.2. Описание.

77.21. *Грудная клетка на уровне нижнегрудинной точки.*

77.211. Обхват грудной клетки. Измерение объёма грудной клетки производится на уровне нижнегрудинной точки в конце обычного выдоха.

77.212. Максимальный обхват грудной клетки\*. Измеряется в момент глубокого вдоха.

77.213. Минимальный обхват грудной клетки\*. Измеряется в момент глубокого выдоха.

77.22. *Грудная клетка на уровне среднегрудинной точки\*.*

77.221. Обхват грудной клетки\*. Измерение объёма груди производится на уровне среднегрудинной точки в конце обычного выдоха\*.

77.222. Максимальный обхват грудной клетки\*. Измеряется в момент глубокого вдоха.

77.223. Минимальный обхват грудной клетки\*. Измеряется в момент максимального выдоха.

### 77.23. Плечо.

77.231. Обхват плеча в расслабленном состоянии. Измеряется горизонтально на уровне метки, поставленной на середине расстояния между верхнеплечевой и локтевой точками; рука свободно опущена, слегка отведена. Во время измерения сделайте на коже по верхнему краю ленты пометку, которая послужит ориентиром при измерении соответствующей кожно-жировой складки.

77.232. Обхват плеча в напряжённом состоянии. Измеряется максимальный обхват плеча, когда мышцы предельно напряжены. Взявшись за запястье испытуемого, ассистент пытается выпрямить его руку, испытуемый сопротивляется.

77.24. *Обхват предплечья\**. Максимальный обхват предплечья измеряется в непосредственной близости от локтевого сустава, при опущенной руке. Во время измерения поставьте по верхнему краю ленты пометку, которая послужит ориентиром при измерении соответствующей кожно-жировой складки.

77.25. *Обхват бедра.* Измерение производится в горизонтальной плоскости на заранее отмеченном уровне посередине между вертельной и верхнеберцовой точками. Испытуемый при этом стоит слегка расставив выпрямленные ноги. Уровень, на котором производится измерение, должен быть найден с большой точностью, так как при отклонении от него вверх или вниз всего на несколько сантиметров получится совсем другой результат<sup>1</sup>.

77.26. *Обхват голени\**. Максимальный обхват голени измеряется в горизонтальной плоскости, причем испытуемый стоит в том же

<sup>1</sup> В отечественной практике размер берется под ягодичной складкой. — Прим. ред.

положении, как и для размера 77.25. Во время измерения сделайте на коже по верхнему краю ленты пометку, которая послужит ориентиром для последующего измерения толщины соответствующей кожно-жировой складки.

**77.3. Общие указания и комментарии.** Во время измерений на званных обхватах необходимо следить за тем, чтобы лента не деформировалась при накладывании.

## **78.0. Измерение толщины кожно-жировых складок**

**78.1. Приборы.** Калипер для измерения кожно-жировых складок со стандартным давлением 10 г/мм<sup>2</sup>.<sup>1</sup>

**78.2. Описание.** Зажмите кожно-жировую складку в указанном направлении между большим и указательным пальцами примерно на 1 см выше предварительно сделанных отметок, приложите ножки циркуля точно к отметкам. Полностью ослабьте ручки калипера. Когда стрелка на столе остановится, считайте результат с точностью до десятых долей миллиметра.

**78.21. Кожно-жировая складка над трицепсом.** Измерение производится на задней стороне правого плеча, на предварительно отмеченном уровне посередине между верхнеплечевой и локтевой точками. Во время измерения рука должна быть свободно опущена. Направление складки параллельно длинной оси плеча.

**78.22. Кожно-жировая складка над бицепсом.** Измерение производится на передней стороне плеча (над бицепсом), на предварительно отмеченном уровне посередине между верхнеплечевой и локтевой точками. Направление складки параллельно длинной оси плеча.

**78.23. Кожно-жировая складка предплечья.\*** Измерение производится на предварительно отмеченном уровне на боковой стороне предплечья (77.24). Направление складки параллельно длинной оси предплечья.

**78.24. Кожно-жировая складка под лопаткой.** Измеряется отступя примерно на 1 см вниз от нижнего угла правой лопатки. Испытуемый стоит расслабившись. Направление складки — снизу вверх от середины спины под углом примерно 45°.

**78.25. Кожно-жировая складка над подвздошной костью.** Измерение производится примерно на 3 см выше гребня подвздошной кости. Направление складки вертикальное.

**78.26. Кожно-жировая складка на внутренней стороне бедра.** Измерение производится на предварительно отмеченном уровне (77.25), посередине между вертельной и верхнеберцовой точками. Нога испытуемого должна быть слегка согнута в колене. Направление складки параллельно длинной оси бедра.

---

<sup>1</sup> Речь идет о калиперах Харлеидена. В СССР применяется модифицированный калипер Беста, поэтому методика измерения другая. В частности, измерения калипером Беста проводятся с точностью до 1 мм. — *Прим. ред.*

78.27. *Кожно-жировая складка на внешней стороне бедра.* Измерение производится на том же предварительно отмеченном уровне, как и предыдущее, но на внешней стороне бедра. Направление складки также параллельно длинной оси бедра.

78.28. *Кожно-жировая складка на голени* \*. Измеряется на предварительно отмеченном уровне (77.26) на медиальной стороне голени. Нога испытуемого стоит на низкой подставке. Направление кожной складки параллельно длинной оси голени.

**78.3. Общие указания и комментарии.** 78.31. Чтобы получить точные измерения с повторяющимися результатами, необходимо тщательно фиксировать место, где будет производиться измерение, образовать жировую складку до начала измерений, а потом уже применять калипер, добиваться стандартного расположения складок, а также следить во время измерения, чтобы калипер полностью сдавливал измеряемые мягкие ткани, полностью отпускать его пружинные ручки.

78.32. Прежде чем считывать показания на шкале калипера, надо подождать, пока стрелка полностью остановится.

78.33. Точные измерения и тщательная фиксация уровня, на котором берется складка (см. 77.27), необходимы потому, что толщина подкожного жирового слоя сильно варьирует в зависимости от места измерения.

## ОСНОВНЫЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя, отчество \_\_\_\_\_

Серийный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

Кем проводилось обследование: \_\_\_\_\_

Время обследования (часы суток) \_\_\_\_\_

Дата обследования \_\_\_\_\_

Пол: мужской = 1; женский = 2

Возраст (децимальный) \*

Этническая группа \*\*:

монголоидная = 1; негроидная = 2

европеоидная = 3; смешанная = 4

Место рождения (страна) \_\_\_\_\_

Основной вид спорта \_\_\_\_\_

Вес (до десятых долей кг) \_\_\_\_\_

Высота точек стоя (мм):

  верхушечной \_\_\_\_\_

  плечевой \_\_\_\_\_

  лучевой \_\_\_\_\_

  пальцевой \_\_\_\_\_

  вертельной \_\_\_\_\_

  верхнеберцовой \_\_\_\_\_

Длина верхней конечности (от плечевой до пальцевой точки) (мм) \_\_\_\_\_

Длина плеча (от плечевой до лучевой точки) (мм) \_\_\_\_\_

Длина бедра (от вертельной до верхнеберцовой точки) (мм) \_\_\_\_\_

КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 9  
(основная)

			9

(1-2)

(3-6)

(7-9)


(11-14)

(15-19)


(21)

(23-26)


(28)

(30-32)

(34-36)


(38-41)

(43-46)

(48-51)

(53-56)

(58-61)

(63-66)

(68-70)

(72-74)

(75-77)

(78-80)

\* См. габл. 7 в I части книги.

\*\* См. приложение 2.

Личный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

Высота точек сидя (мм): верхушечной  
верхнегрудинной

Плечевой диаметр (мм)

Погребневый диаметр (мм)

Эпикондиллярный диаметр — плечевая кость (в десяти-  
ях долях мм)

Эпикондиллярный диаметр — бедренная кость (в десяти-  
ях долях мм)

Хват грудной клетки (мм)

Хват плеча — мышцы расслаблены (мм)

мышцы напряжены (мм)

Хват бедра (мм)

Жиро-жировая складка (в десятых долях мм):

над трицепсом

над бицепсом

под лопаткой

над подвздошной костью

на внутренней стороне бедра

на внешней стороне бедра

### КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 10'

(основная) 

	1	0
--	---	---

 (1-2)

--	--	--	--

 (3-6)

--	--	--	--

 (11-14)

--	--	--

 (16-18)

--	--	--

 (20-22)

--	--	--

 (24-26)

--	--	--

 (28-31)

--	--	--

 (33-36)

--	--	--

 (38-41)

--	--	--

 (43-45)

--	--	--

 (47-49)

--	--	--

 (51-53)

--	--	--

 (55-57)

--	--	--

 (59-61)

--	--	--

 (63-65)

--	--	--

 (67-69)

--	--	--

 (71-73)

--	--	--

 (75-77)

### АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ — ПОЛНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Имя \_\_\_\_\_

Фамилия, отчество \_\_\_\_\_

Личный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

Где проводилось обследование: \_\_\_\_\_

### КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 9

(полная) 

		9
--	--	---

 (1-2)

--	--	--	--

 (3-6)

--	--	--

 (7-9)

Время обследования (часы суток) \_\_\_\_\_

Дата обследования \_\_\_\_\_

Дата рождения \_\_\_\_\_

Возраст (находится вычитанием)

Пол: мужской = 1; женский = 2

Этническая группа: \*

монголоидная = 1; негроидная = 2;

европеоидная = 3; смешанная = 4

Место рождения (страна): \_\_\_\_\_

Примечание. Относительно других личных данных см. раздел 1.

					(11-14)
					(15-19)
					(20-24)
				X	(25-28)
					(29)
					(30)
					(31-34)

Вес (до десятых долей кг) \_\_\_\_\_

Высота точек, стоя (мм): верхушечной

*плечевой*

*лучевой*

*шиловидной\*\**

*пальцевой*

*вертельной*

*верхнеберцовой*

*нижнеберцовой*

					(36-39)
					(41-44)
					(46-49)
					(51-54)
					(56-59)
					(61-64)
					(66-69)
					(71-73)
					(75-77)

Серийный номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 10

(полная) 

		1	0
--	--	---	---

 (1-2)

				(3-6)
--	--	--	--	-------

Высота точек, сидя (мм): верхушечной

*верхнегрудинной*

				(11-14)
				(16-18)

\* См. приложение 2.

\*\* Дополнительные измерения выделяются курсивом.

Вычислите (в мм) длину верхней конечности (от плечевой до пальцевой точки)

длину плеча (от плечевой до лучевой точки)

длину предплечья (от лучевой до шиловидной точки)

длину бедра (от вертельной до верхнеберцовой точки)

длину голени (от верхнеберцовой до нижнеберцовой точки)

Диаметр (в мм): плечевой

тазогребневый

поперечный грудной клетки

переднезадний грудной клетки

биэпикондиллярный плечевой кости  
(до десятых долей мм)

биэпикондиллярный бедренной кости  
(до десятых долей мм)

Обхват (в мм): грудной клетки на уровне нижнегрудной точки (в норме)

максимальный обхват грудной клетки (на вдохе)

минимальный обхват грудной клетки (на выдохе)

					(20-22)
					(24-26)
					(28-30)
					(32-34)
					(36-38)
					(40-42)
					(44-46)
					(48-50)
					(52-54)
					(56-59)
					(61-64)
					(66-69)
					(71-74)
					(76-79)

КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 11  
(полная)

		1	1	(1-2)
				(3-6)

Обхват (мм): грудной клетки на уровне средней грудной точки в норме

максимальный обхват грудной клетки (на вдохе)

минимальный обхват грудной клетки (на выдохе)

плеча, мышцы расслаблены

плеча, мышцы напряжены

предплечья

бедра

голеней

Толщина кожно-жировой складки (до десятых долей мм): над трицепсом

над бицепсом

под лопаткой

над подвздошной костью

на внутренней стороне бедра

на внешней стороне бедра

				(11-14)
				(16-19)
				(21-24)
				(26-28)
				(30-32)
				(34-36)
				(38-40)
				(42-44)
				(46-48)
				(50-52)
				(54-56)
				(58-60)
				(62-64)
				(66-68)



79.0. Общий жир тела

**79.1. Приборы.** Бак, наполненный водой, или бассейн, если вода достаточно теплая и спокойная.

Устройство для взвешивания под водой, желательно на подвесе. Весы с граммовыми делениями от 0 до 15 кг должны быть демпфированы, чтобы избежать колебаний веса более 20 г.

Термометр. Температура воды должна быть 35—36°C. В этом случае содержание жира в теле испытуемого высчитывается с точностью до  $\pm 5\%$ .

Тяжелый пояс.

Аппаратура для определения остаточных объемов (например, растворенного гелия, поглощенного азота, выдыхаемого кислорода или водорода).

Спирометр, если остаточный объем определяется по жизненному объему легких.

**79.2. Описание.** Общий объем тела испытуемого определяется путем гидростатического взвешивания, на основе принципа Архимеда: объем тела, погруженного в воду, равен объему вытесненной им воды.

До того как испытуемый погрузился в воду, измеряется и записывается его вес без одежды.

Во избежание ненужных опасений испытуемому детально объясняют методику гидростатического взвешивания и предоставляют возможность пробных погружений. Сняв одежду и надев тяжелый пояс, испытуемый занимает место на предварительно взвешенном подвесном устройстве и частично погружается в воду. Затем пузырьки воздуха с кожи и волос испытуемого тщательно счищаются.

Когда плечи испытуемого погружены в воду, измеряется либо остаточный объем одним из методов разведения или вымывания, либо жизненная емкость легких. Испытуемый может и не погружаться в воду, но в таком случае измерения будут менее точными. Во время этих измерений он пользуется носовым зажимом, который должен быть предварительно проверен.

Когда испытуемый готов к погружению, он делает 2—3 глубоких вдоха, затем — максимальный выдох, в точности как при измерении остаточного объема, затем медленно наклоняет голову и погружает ее в воду.

В этом положении испытуемого, когда прекратились колебания стрелки весов, снимаются показания с точностью до 10 г. Затем, дотронувшись до головы испытуемого, экспериментатор подает ему знак поднять голову из-под воды.

Эксперимент повторяется по крайней мере три раза или до тех пор, пока наибольший результат не повторится несколько раз.

**79.3. Обработка цифрового материала.** **79.31.** Необходимы следующие данные:

- 1) температура воды (35—36°C);
  - 2) вес испытуемого в воздухе в граммах ( $W_{BA}$ );
  - 3) общий вес испытуемого в воде плюс вес оборудования (в граммах);
  - 4) вес погруженного оборудования (в граммах);
  - 5) остаточный объем в миллиметрах ( $RV$ );
  - 6) воздух в желудочно-кишечном тракте (см. примечание к 79. 47). Предполагается, что его объем равен 100 мл ( $V_{gi}$ ).
- С помощью этих данных высчитываются следующие показатели:
- 7) плотность воды ( $D_W$ ) при указанной температуре;
  - 8) вес воды, вытесненной общим газовым объемом тела испытуемого, в граммах на миллиметр ( $RV + V_{gi}$ );
  - 9) вес тела испытуемого с поправкой на водную среду ( $W_{BW}$ ).  $W_{BW} = 3 - (4 + 8)$  (числа соответствуют перечисленным пунктам);
  - 10) объем испытуемого ( $V_B$ ):

$$V_B = \frac{W_{BA} - W_{BW}}{D_W}.$$

На основе этих показателей может быть вычислена плотность тела испытуемого ( $D_B$ ).

$$D_B = \frac{W_{BA}}{V_B}.$$

79.32. *Вычисление содержания жира в теле испытуемого по показателю плотности тела.* Ряд исследований, проведенных на трупах, позволил вычислить среднюю плотность тощей массы и жировых тканей человеческого тела и использовать эти средние для «стандартного условного человека».

Зная эти средние показатели и считая, что отклонения от них у отдельных индивидуумов невелики, можно вычислить содержание жира в теле исходя из плотности тела.

Чтобы определить соотношение масс этих двух компонентов — жира и тощей массы, — можно воспользоваться следующей формулой<sup>1</sup>:

$$M_1 = \frac{1}{D_B} \cdot \frac{(d_1) \cdot (d_2)}{(d_2 - d_1)} - \frac{d_1}{d_2 - d_1},$$

где  $M_1$  — масса жировой ткани, рассматриваемая как часть общей массы тела;

$D_B$  — плотность тела;

$d_1$  — плотность жировой ткани;

$d_2$  — плотность тощей ткани тела.

<sup>1</sup> *Примечание.* Существует несколько уравнений для вычисления содержания жира в теле по плотности тела, но в целях систематизации экспериментов предлагается лишь одно из них. Эта формула применима к индивидуумам, чей вес в последнее время оставался относительно стабильным.

Если воспользоваться упомянутыми средними плотностями для «условного человека», можно получить следующую формулу:

$$F_B = \frac{4,570}{D_B} - 4,142,$$

где  $F_B$  — содержание жира в теле как часть общего веса тела;  
 $D_B$  — плотность тела; 4,570 и 4,142 — постоянные величины.

**79.4. Общие указания и комментарии.** 79.41. Вычисляя содержание жира в теле на основе показателей плотности тела, исходят из следующих посылок:

1. Отдельные плотности компонентов тела аддитивны.
2. Плотности компонентов тела примерно одинаковы у различных индивидуумов.
3. Показатели реально существующих индивидуумов отличаются от средних показателей «стандартного условного человека» только в отношении количества жировой ткани.

79.42. Вес объема воды, вытесненной телом испытуемого, представляет собой разность между весом тела вне воды и весом тела, полностью погруженного в воду.

Зная плотность воды, можно вычислить объем вытесненной воды, или объем тела. Общая плотность тела ( $D_B$ ) определяется путем деления общего веса тела вне воды ( $W_{BA}$ ) на объем тела ( $V_B$ ):

$$D_B = \frac{W_{BA}}{V_B}.$$

79.43.  $D_w$ . Если состав воды однороден и пузырьки воздуха отсутствуют, то плотность воды при известной температуре можно посмотреть в справочной таблице.

79.44. Необходимо, чтобы температура воды постоянно поддерживалась равной нормальной температуре тела (35—36°C), так как резкие колебания температуры воды могут вызвать изменения средней температуры тела.

79.45. Чтобы различное количество остаточного воздуха в легких разных испытуемых не повлияло на результат, в цифру общего объема тела под водой должна вноситься поправка на воздух, оставшийся в легких и дыхательных путях.

79.46.  $RV^1$ . Остаточный объем — это объем воздуха, остающегося в легких после максимального выдоха. Остаточный объем может вычисляться:

- 1) одновременно с определением плотности, что обеспечивает большую точность;
- 2) до или после взвешивания с некоторой потерей точности;
- 3) по уже известным показателям объема легких, как:
  - а) 20% общей емкости легких,
  - б) 30% жизненной емкости легких.

<sup>1</sup> Residual volume — остаточный объем (воздуха). — Прим. ред.

При вычислении остаточного объема воздуха в легких необходимо принимать во внимание возраст, пол и физическое состояние испытуемого.

79.47. Наиболее точный результат при определении объема воздуха в желудочно-кишечном тракте ( $V_{gi}$ ), равный 100 мл (в условиях ВТРС), был получен после применения абсорбента.

79.48. Устранение погрешностей. Помимо погрешностей, вызванных отклонениями от упомянутых показателей, на результат могут влиять пузырьки газа на коже и волосах испытуемого, поэтому их следует удалить. Если во время взвешивания на испытуемом надет купальник или резиновая шапочка, то в них также может скопиться воздух. В этом случае, чтобы избежать погрешностей, необходимо как следует пропитать водой купальник, учесть его вес, намочить волосы, снять шапочку, стереть пузырьки воздуха с тела и т. д.

Плотность определяется после приема абсорбента, чтобы свести до минимума количество воздуха в желудочно-кишечном тракте.

Температура воды (по шкале Цельсия) измеряется после каждого взвешивания.

Атмосферное давление измеряется каждый раз в начале и в конце работы.

Вес погруженной в воду аппаратуры фиксируется до и после взвешивания каждого испытуемого.

## 80.0. Общее содержание воды в теле

80.1. Приборы. Масс-спектрометр, оксид дейтерия ( $D_2O$ ) (89,8%), бумажные чашки, пластмассовые бутылки, пипетки, мензурки.

80.2. Описание. Общее содержание воды в теле испытуемого может быть определено по принципу разведения. Испытуемый опорожняет мочевой пузырь до начала эксперимента. Затем выпивает из бумажной чашки 25 мл  $D_2O$ . Из той же чашки он пьет обыкновенную воду из-под крана, для того чтобы все 25 мл  $D_2O$  без остатка попали в желудок.

Испытуемому разъясняется, что он не должен пить воду или какую-либо жидкость до конца эксперимента (через 4 часа).

Через 2 часа (время растворения  $D_2O$ ) после того, как испытуемый принял дозу  $D_2O$ , он снова опорожняет мочевой пузырь (при этом будет потеряно около 0,25% дозы, но при подсчете общего содержания воды в теле испытуемого такой незначительной погрешностью можно пренебречь).

Через три часа после принятия дозы  $D_2O$  испытуемого просят представить первый анализ мочи (на бутылке надо отметить имя испытуемого и поставить цифру 1). Измеряют общий объем мочи, записывают результат и отливают часть мочи в 5-миллиметровую пробирку, закупоривая ее.

Через 4 часа после принятия дозы  $D_2O$  испытуемого просят представить второй анализ мочи (на этой бутылке также отмечают

имя испытуемого и ставят цифру 2). Измеряют и записывают общий объем мочи. Отливают часть мочи в 5-миллиметровую пробирку и закупоривают ее. Обе пробирки передают в лабораторию спектрометрии для анализа.

При анализе обеих пробирок на отношение  $^2\text{H} : ^1\text{H}$  должны получиться одинаковые результаты. Если результаты расходятся более чем на 5%, это означает, что  $\text{D}_2\text{O}$  не сразу растворился полностью и анализ, взятый через 4 часа после принятия дозы, должен быть ближе к истине.

**80.3. Обработка цифрового материала.** 80.31. *Окончательный объем воды в теле испытуемого ( $V_F$ )*. Этот объем, в котором равномерно растворен оксид дейтерия, вычисляется по формуле:

$$V_F = \frac{C_1 V_1 - C_E V_E}{C_F},$$

где  $C_1$  — концентрация принятой дозы раствора оксида дейтерия;  
 $V_1$  — объем принятой дозы раствора оксида дейтерия;  
 $C_E$  — концентрация раствора оксида дейтерия, потерянного за время растворения;  
 $V_E$  — объем раствора оксида дейтерия, потерянного за время растворения;  
 $C_F$  — окончательная концентрация оксида дейтерия после того, как достигнуто равномерное растворение.

Поскольку многочисленные проверки подтверждают, что потеря  $\text{D}_2\text{O}$  за время растворения составляет менее 0,25%, она может не приниматься во внимание при расчете. Формула тогда принимает следующий вид:

$$V_F = \frac{C_1 V_1}{C_F}.$$

80.32. *Вес воды, содержащийся в теле испытуемого (вес  $\text{H}_2\text{O}$ )*. Этот показатель может быть вычислен следующим образом. Дано:

- 1) вес  $\text{D}_2\text{O}$ , выраженный в граммах, = вес  $\text{D}_2\text{O}$ ;
- 2) нормальная концентрация  $\text{D}_2\text{O}$  в воде, содержащейся в теле человека, = 0,0150 процентного содержания атомов  $\text{D}$ ;
- 3) молекулярный вес  $\text{H}_2\text{O} : ^1\text{H} = 18,01571$ ;
- 4) молекулярный вес  $\text{D}_2\text{O} : ^2\text{H} = 20,02836$ ;
- 5) отношение  $^2\text{H} : ^1\text{H} = 1,1117$ .

По определению, процентное содержание моля  $\text{D}_2\text{O} =$

$$= \frac{\text{вес } \text{D}_2\text{O} / ^2\text{H}}{(\text{вес } \text{D}_2\text{O} / ^2\text{H}) + (\text{вес } \text{H}_2\text{O} / ^1\text{H})} \times 100 = \frac{\text{моль } \text{D}_2\text{O}}{\text{моль } \text{D}_2\text{O} + \text{моль } \text{H}_2\text{O}} \times 100,$$

а для вычисления содержания воды в теле испытуемого

$$\text{вес } \text{H}_2\text{O} = \frac{\text{вес } \text{D}_2\text{O}}{1,1117} \times \frac{100}{\text{процентное содержание моля } \text{D}_2\text{O}} - 1,$$

где 1 можно опустить благодаря низкой концентрации  $\text{D}_2\text{O}$ , а про-

центное содержание избытка  $D_2O$  найти по показаниям масс-спектрометра.

80.33. *Тошья и жировая масса тела.* Эти показатели также можно вывести из общего содержания воды в теле испытуемого. Тошью массу тела ( $LBM$ ) можно определить по общему содержанию воды в теле, если допустить, что общее содержание воды в теле — постоянная величина, равная 73,2%, и что в жире воды практически не содержится. Тогда:

$$LBM = \frac{TBW\%}{0,732} \text{ или } LBM \text{ (в кг)} = \frac{TBW_L}{0,732},$$

где  $TBW\%$  — общее содержание воды в теле, выраженное в процентах от веса тела;

$TBW_L$  — общее содержание воды в теле, выраженное в литрах;  
0,732 — постоянная величина, выражающая концентрацию воды в тошней массе и полученная на основании лабораторных исследований мелких грызунов (Пейс и Рэтбан, 1945)<sup>1</sup>.

Заметьте, что жир (в процентах) =  $100 - LBM\%$

и что

жир (в кг) = вес тела (в кг) —  $LBM$  (в кг).

22

Общий вес плотных компонентов тела в килограммах равен весу тела (в кг) минус общий вес воды в теле (в кг).

Вес обезжиренных плотных компонентов тела (в кг) равен общему весу плотных компонентов тела (в кг) минус общий вес жира в теле (в кг).

80.4. **Общие указания и правила по проведению эксперимента.**

80.41. Точность проведения эксперимента по определению общего содержания воды в теле испытуемого зависит от качества тест-субстрата. Под этим понимается то, что субстрат:

1) должен быстро диффундировать во все жидкие компоненты тела;

2) должен достигать быстрого и устойчивого смешивания;

3) не должен оставаться в чистом виде, а также в чистом виде выводиться из организма или участвовать в обмене веществ;

4) должен полностью обмениваться (exchangeable) с водой, содержащейся в теле испытуемого.

80.42. Описанному методу с использованием дейтерия присуща погрешность, вызываемая обменом атомов дейтерия с неустойчивыми атомами водорода из органических молекул. Этот обмен протекает быстро и поэтому влечет за собой лишь небольшую потерю дейтерия. При подсчете количества воды, содержащейся в теле, эта потеря ведет к погрешности от 0,5 до 2,0% от веса тела.

Иными словами, если в среднем в теле взрослого человека содержится 45 литров воды, то метод с использованием  $D_2O$  завыша-

Н. Пейс и Э. Н. Рэтбан (N. Pace and E. N. Rathbun). Исследования состава тела. III. Содержание в теле воды и производных азота по отношению к содержанию жира. I. Biol. Chem. 158 : 685—691 (1945).

ет это число на 0,7—1 литр, что и будет предельной погрешностью при вычислении содержания воды в теле человека. Для правильного результата надо внести поправку, снизив полученный результат примерно на 1%.

80.43. В случае аномальной гидратации следует увеличить время полного растворения  $D_2O$  в воде тела до 4 часов.

80.44. Тощая масса тела состоит не только из клеточной массы, но также и из внеклеточных структур: внеклеточной воды, коллагена и минеральных веществ костной ткани. Клеточная масса характеризуется высоким потреблением кислорода, в то время как у остальных компонентов слабая способность к окислению. Следовательно, тощая масса тела состоит из гетерогенных компонентов.

Определять тощую массу тела по общему содержанию воды в теле можно только для здоровых испытуемых, у которых отношение содержания воды к сухой массе тощих тканей является постоянной величиной. В патологических случаях, когда скапливается внеклеточная или внутриклеточная вода, это соотношение нарушается. Однако Кейс и Брожек (1953)<sup>1</sup> предложили способ поправки на избыточную внеклеточную воду.

## 81.0. Общее содержание калия в организме

81.1. Тощая масса тела. Одним из наиболее совершенных методов определения тощей массы тела является измерение естественной радиоактивности тела, причиной которой является содержание в нем  $^{40}K$ . Такие измерения осуществимы в лабораториях, занимающихся радиоактивностью окружающей среды, или в лабораториях медицинской физики (медицинской радиологии).

В этих лабораториях имеется различное специальное оборудование, но основное оборудование должно включать счетчик для всего тела с йодистым натрием, пластиковыми или жидкостными сцинтилляционными детекторами; два контроля: один содержит известное количество природного калия для калибровки, а другой — какое-либо нейтральное вещество, чтобы можно было учесть поглощение гамма-лучей телом в зависимости от его размеров.

81.2. Описание. Обследование проводится натощак. Прежде чем ввести испытуемому  $^{42}K$ , определяют счетчиком содержание  $^{40}K$ . Затем испытуемый получает 5 микрокури  $^{42}K$ , и через 1, 6, 12 и 24 часа после этого проводятся измерения счетчиком, каждый раз в течение определенного времени. В перерывах между измерениями испытуемый сдает мочу, которая исследуется с целью определения количества изотопов, выведенных с мочой. В результате измерений, таким образом, вносятся поправки с учетом вывода  $^{42}K$  из организма с мочой.

Затем на место испытуемого в счетчик помещают контроль, содержащий известное количество хлористого калия ( $KCl$ ), и сравнивают с откалиброванным количеством  $^{42}K$  в том же контроле.

<sup>1</sup> A. Keys and I. Brozek. *Physiol. Rev.* 33: 245—325 (1953).

Нейтральный контроль (вода или сахар) также исследуется с помощью счетчика.

**81.3. Цифровые данные.** Необходимы следующие данные:

*a* — вес (кг) и длина тела (см) испытуемого;

*b* — количество сигналов/сек при обследовании испытуемого;

*c* — количество сигналов/сек при исследовании соответствующего нейтрального контроля;

*d* — количество сигналов/сек при исследовании контроля, содержащего примеси К;

*e* — чистое количество сигналов/сек при обследовании испытуемого =  $b - c$ ;

*f* — коэффициент суточных измерений =  $0,3619 / (d - c + 850)$  (см. 81.47);

*g* — коэффициент поправки для испытуемого, выведенный на основе отношения вес/длина тела (см. 81.46).

Отсюда можно вычислить общее содержание калия в организме (ТВК — total body K):

$$ТВК = \frac{e \cdot f}{g}.$$

Теперь можно вычислить клеточную массу тела (ВСМ — body cell mass) в граммах:

$$ВСМ = 8,33 ТВК.$$

**81.4. Общие указания и комментарии.** 81.41. Природный изотоп  $^{40}\text{K}$  в организме испускает бета-частицы и гамма-лучи с максимальной энергией 1,46 мегаэлектронвольт. Он находится в постоянной пропорции 0,0119% к двум устойчивым изотопам:  $^{39}\text{K}$  — 93,08% и  $^{41}\text{K}$  — 6,91%. Эти лучи улавливаются и фиксируются с помощью чувствительных детекторов, расположенных вокруг испытуемого.

81.42. Клеточная масса тела представляет собой чистую культуру живых клеток. Она состоит из клеточных компонентов скелетных, гладких и сердечной мышц; внутренних органов (печени, почек, селезенки, легких, сердца); кишечного тракта, крови, желез, половых органов (матки, яичников, семенников) и клеток мозга.

Если принять, что отношение калия к азоту в этих клеточных тканях в среднем равно 3 мэкв/г и что их чистый вес (без внеклеточной воды) равен произведению содержания азота в них на коэффициент 25, тогда вес клеточной массы тела можно вычислить следующим образом:

$$ВСМ (г) = \frac{ТВК (мэкв) - \text{внеклеточный калий (мэкв)}}{3} \times 25.$$

Поскольку поправка на внеклеточный калий приводит к незначительной ошибке в вычислениях, ее можно опустить, и равенство примет следующий вид:

$$ВСМ (г) = 8,33 ТВК (мэкв).$$

81.43. При химическом анализе установлено, что у взрослых людей концентрация калия в тощей массе (lean body mass — LBM) составляет в среднем 68,1 мэкв/кг тощей массы (от 66,6 до 72,3 мэкв).



Таким образом,

$$LBM \text{ (кг)} = \frac{\text{Общее содержание калия в организме (мэкв)}}{68,1}$$

Жир (кг) = вес тела (кг) — тощая масса тела (кг).

Однако у новорожденных концентрация калия в тощей массе тела составляет 48—50 мэкв/кг; у годовалых детей примерно 58 мэкв/кг; у 10-летних — 60 мэкв/кг; у 15-летних — 68,1 мэкв/кг.

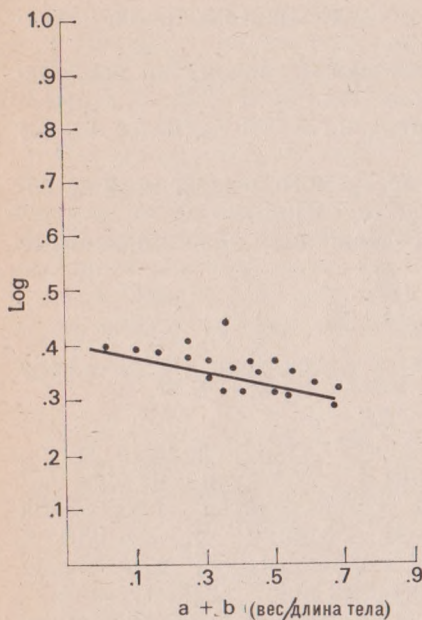


Рис. 26. Регрессионная зависимость между  $\log$  (имп/сек · 1 г К) и  $a+b$  (вес/длина тела) для различных значений весо-ростового индекса

сигналов в секунду на грамм калия и выводится на основании линии регрессии, полученной в результате калибровки счетчика  $^{42}\text{K}$ .

81.47. Коэффициент суточных измерений равен 0,3619 сигнала в сек/г известного количества контроля с К, деленного на суточное число сигналов в сек на грамм  $^{40}\text{K}$ .

$$ТВК \text{ (г)} = \text{сигн/сек } ^{40}\text{K (человек)} \times \frac{\text{К (контроль)}}{\text{сигн/сек } ^{40}\text{K (контроль)}} \times \frac{\text{сигн/сек } ^{42}\text{K (контроль)}}{\text{сигн/сек } ^{42}\text{K (человек)}}$$

Зависимость числа сигналов в сек/г калия от дроби вес/длина тела определяется из уравнения регрессии, которое включает различные значения веса и длины тела (рис. 26).

$\log (\text{сигн/сек} \cdot \text{г К}) = -0,30122 (\text{вес/длина тела}) + 0,65499.$

Разница в корреляционных коэффициентах  $\log \text{сигн/сек} \cdot \text{г К}$  и  $\text{сигн/сек} \cdot \text{г К}$  ничтожна (соответственно  $r=0,822$  и  $r=0,815$ ); оба коэффициента высоки.

## В. СОЗРЕВАНИЕ

### 82.0. Определение стадий полового созревания

Часто бывают необходимы сведения о том, на какой стадии полового созревания находится ребенок. Это можно определить относительно простым и удобным способом — по вторичным половым признакам. У мальчиков оценивается развитие волос на лобке и развитие половых органов; у девочек — развитие волос на лобке и развитие грудных желез<sup>1</sup>. При всех обследованиях используется шкала оценок от 1 до 5. Таким образом, стадии развития волос на лобке для обоих полов сопоставимы.

Комбинированный показатель полового развития выводится путем суммирования данных о развитии волос на лобке и половых органов (у мальчиков) или волос на лобке и развитии грудных желез (у девочек). Естественно, стадия полового созревания может быть определена с большей точностью при обследовании детей в динамике (лонгитудинальном), так как оценка будет основываться на изменениях, происшедших с момента предыдущего обследования. Однако достаточная точность возможна и при однократном обследовании. В этом случае, видимо, легче определить стадию развития волос на лобке, чем стадию развития половых органов и грудных желез. При лонгитудинальном обследовании каждая стадия должна фиксироваться только тогда, когда она впервые наблюдалась; не следует интерполировать ее в промежуток между предыдущим и данным осмотром, так как это невозможно при однократном обследовании (методом поперечного сечения).

#### 82.1. Стадии развития волос на лобке.

1-я стадия. Доподростковая. Волосяной покров на лобке развит не более чем на животе, т. е. лобковые волосы отсутствуют.

2-я стадия. Появление редких, слегка пигментированных, мягких волос, либо прямых, либо слегка вьющихся у основания пениса или вдоль половых губ.

3-я стадия. Волосы значительно темнее, жестче и более вьющиеся, редкие, растут над лобковым сочленением. Именно на этой стадии лобковые волосы впервые становятся видны на обычной черно-

<sup>1</sup> По методике, принятой советскими исследователями, оценивается также развитие волосяного покрова в подмышечных впадинах у мальчиков и девочек, развитие волос на лице и груди у мальчиков, развитие кадыка и степень пубертатного набухания сосков у мальчиков. Шкала оценок от «0» до 3 или до 4. — *Прим. ред.*

палец находится в своем естественном положении, образуя угол примерно  $30^\circ$  с указательным. Ладонь надо слегка прижать к пленке. Если испытуемый — ребенок и не может выполнять эти указания, его руку закрепляют в таком положении при помощи бинта, ленты или других средств.

Трубку помещают над головкой третьей пястной кости на расстоянии 76 см от пленки. При использовании пленки Илфлекс или других подобных ей пленок экспозиция должна быть примерно 8 миллиампер-секунд при 55 киловольтах для детей 8—10 лет; для детей старше или младше необходимы соответствующие поправки.

**83.3. Показатели.** Все кости запястья и кисти сравниваются с нормативными<sup>1</sup> и соответственно оцениваются; из этих оценок выводятся показатели зрелости и возраста костей скелета. Оценки обозначаются буквами от *A* до *I (J)*. Вполне приемлема сокращенная система оценок, в которую входят только *I*, *III* и *V* пальцы, а также лучевая и локтевая кости. В этом случае каждый компонент составляет 20% от итогового комплексного показателя.

**83.4. Общие указания и комментарии. 83.41.** Очень важно правильно расположить левую кисть и запястье; если рентгеновская трубка неправильно центрирована, а кисть и большой палец расположены не в соответствии с указаниями, на снимке некоторые кости будут отличаться от установленных норм.

Рентгеновское оборудование дает наилучшие результаты при использовании пленок с двойной оберткой без кассет и экранов и при более светлом проявлении.

**83.42.** Фартуком накрывают нижнюю часть туловища и бедра ребенка, чтобы защитить от облучения половые железы. Кроме того, необходимо, чтобы стол имел свинцовую поверхность.

**83.43.** Предполагается, что процесс созревания у молодых индивидуумов происходит непрерывно и что появление центров окостенения отражает степень достигнутой зрелости. На основе этого предположения разработана единая шкала, обобщающая показатели зрелости отдельных костей скелета, причем общий показатель высчитывается как их сумма.

В некоторых случаях необычно замедленное развитие отдельных костей указывает на какое-то отклонение от нормы в развитии.

**83.44.** Чтобы получить в разном возрасте гомогенные величины дисперсий показателей костной зрелости, используют логарифмическую шкалу. Полученные значения выражают в перцентилях.

**83.45.** Показатели скелетной зрелости можно перевести в показатели скелетного возраста, выразив их через пятидесятый перцентиль возраста детей с этим показателем. В Англии развитие скелета достигает «взрослого» состояния у девочек в 17-летнем возрасте и у мальчиков в 19 лет. Вполне вероятно, для детей других стран характерны другие цифры.

**83.46.** Оценочные показатели<sup>1</sup> для каждой кости варьируют от

<sup>1</sup> В упомянутых литературных источниках (стр. 129) подробно описываются критерии, а также представлен обширный иллюстративный материал.

стадии *A* (ноль) через стадию *B* (небольшое количество кальция, едва различимое в центре окостенения) до стадии *I* (полное окостенение). Иногда требуется ввести дополнительную стадию *J* (для лучевой кости у мужчин). Затем при помощи табл. 4 оценочные показатели преобразуются в показатели зрелости скелета. В зависимости от их сравнительной значимости этим показателям приписываются веса, сумма которых может выражать общий показатель зрелости костей скелета.

83.47. На основе табл. 5 для мальчиков и табл. 6 для девочек определяется скелетный возраст для данного показателя зрелости. Кривые роста представлены на рис. 27 и 28.

Таблица 4

**Показатели зрелости 20 костей (взвешенные показатели)**

Сумма цифр, представленных в верхней половине таблицы, дает показатель длинных костей (из 500). Сумма цифр, представленных в нижней половине таблицы, дает показатель круглых костей (из 500). Сумма всех цифр дает общий показатель (из 1000)

Стадии	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>J</i>	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>
<i>Длинные кости</i>										
Лучевая	0	1	2	7	13	26	52	82	98	100
Локтевая	0	23	25	28	34	49	81	98	100	
Пястная	<i>I</i>	0	2	3	7	11	16	24	30	33
	<i>III</i>	0	0	1	3	6	10	19	23	25
	<i>V</i>	0	1	2	4	7	11	19	24	25
Проксимальная фаланга	<i>I</i>	0	2	3	5	9	16	26	31	33
	<i>III</i>	0	0	1	3	6	12	19	23	25
	<i>V</i>	0	0	1	3	7	12	19	23	25
Средняя фаланга	<i>III</i>	0	1	2	4	8	13	20	24	25
	<i>V</i>	0	2	3	5	8	16	21	24	25
Дистальная фаланга	<i>I</i>	0	0	1	3	8	15	25	28	34
	<i>III</i>	0	1	2	4	6	11	19	21	25
	<i>V</i>	0	2	3	5	8	12	20	22	25
<i>Круглые кости</i>										
Головчатая	0	0	1	4	8	14	20	31	72	
Крючковатая	0	0	1	6	13	19	25	28	72	
Трехгранная	0	4	7	12	18	23	31	46	72	
Полулунная	0	9	12	15	19	25	31	48	71	
Ладьевидная	0	13	16	19	23	26	32	51	71	
Большая многоугольная	0	12	15	17	21	26	30	43	71	
Малая многоугольная	0	12	14	17	19	24	30	42	71	
Показатель для длинных костей										
Показатель для круглых костей										
Общий показатель										

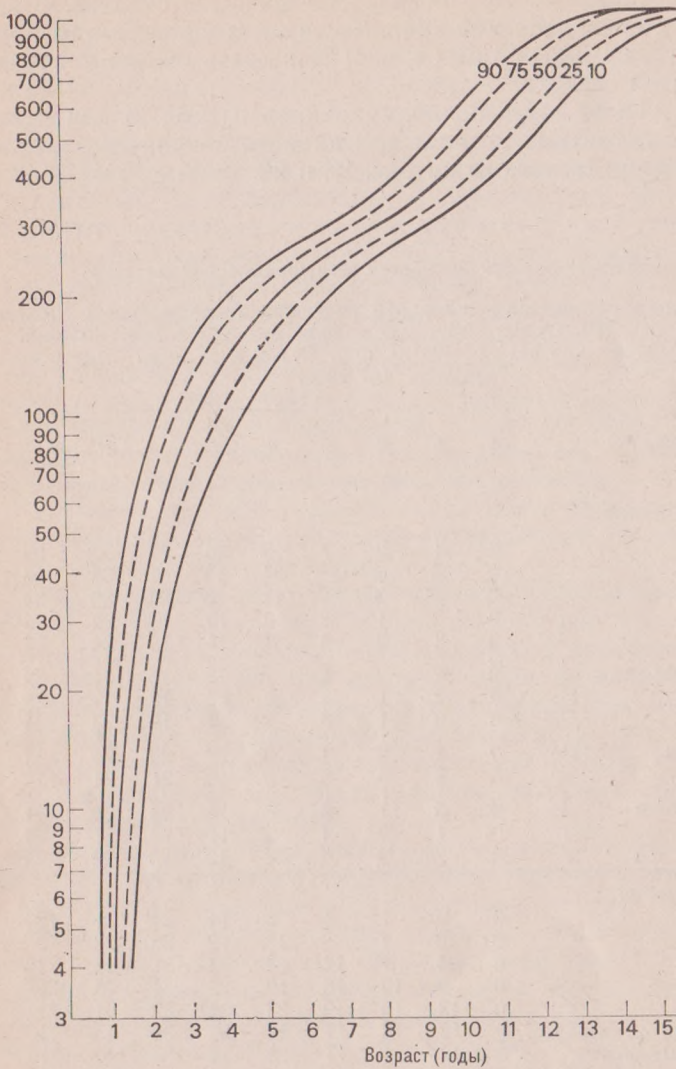


Рис. 28. Показатели скелетной зрелости у мальчиков (возрадах)

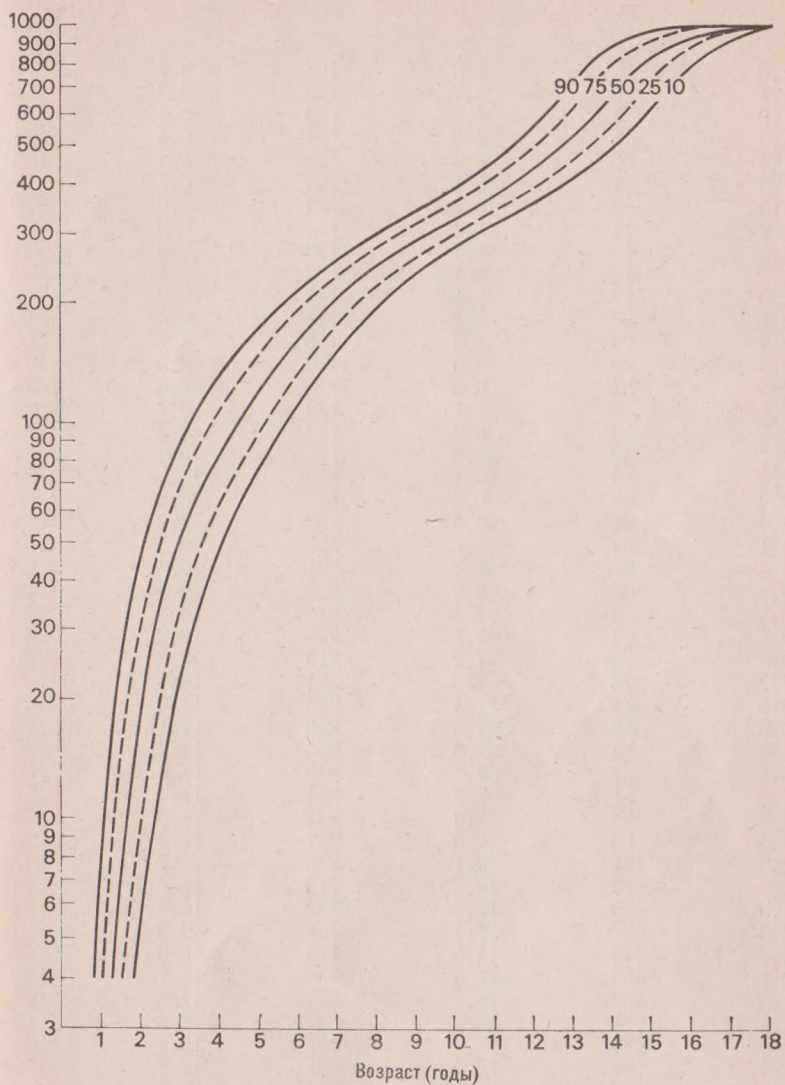


Рис. 27. Показатели скелетной зрелости у девочек (возраст, в годах)

## Скелетный возраст, соответствующий показателю зрелости костей скелета (для мальчиков)

Скелетный возраст (годы)	Зрелость костей	Скелетный возраст (годы)	Зрелость костей	Скелетный возраст (годы)	Зрелость костей
1,0	2	4,6	105	8,2	259
1,1	3	4,7	109	8,3	263
1,2	4	4,8	113	8,4	267
1,3	5	4,9	117	8,5	271
1,4	6	5,0	121	8,6	275
1,5	7	5,1	125	8,7	279
1,6	9	5,2	130	8,8	283
1,7	11	5,3	134	8,9	287
1,8	13	5,4	139	9,0	291
1,9	16	5,5	143	9,1	295
2,0	19	5,6	147	9,2	299
2,1	22	5,7	151	9,3	303
2,2	25	5,8	155	9,4	306
2,3	29	5,9	160	9,5	310
2,4	33	6,0	164	9,6	315
2,5	36	6,1	169	9,7	319
2,6	39	6,2	173	9,8	323
2,7	42	6,3	178	9,9	327
2,8	45	6,4	182	10,0	331
2,9	48	6,5	187	10,1	336
3,0	51	6,6	192	10,2	340
3,1	54	6,7	197	10,3	345
3,2	57	6,8	201	10,4	350
3,3	60	6,9	206	10,5	354
3,4	63	7,0	210	10,6	359
3,5	66	7,1	215	10,7	363
3,6	70	7,2	219	10,8	368
3,7	73	7,3	224	10,9	373
3,8	77	7,4	228	11,0	378
3,9	80	7,5	232	11,1	383
4,0	84	7,6	236	11,2	388
4,1	87	7,7	240	11,3	393
4,2	91	7,8	244	11,4	398
4,3	94	7,9	248	11,5	403
4,4	98	8,0	251	11,6	409
4,5	101	8,1	255	11,7	416
11,8	423	14,2	713	16,7	971
11,9	430	14,3	732	16,8	974
12,0	437	14,4	751	16,9	977
12,1	445	14,5	770	17,0	980
12,2	453	14,6	788	17,1	983
12,3	562	14,7	805	17,2	984
12,4	471	14,8	822	17,3	986
12,5	480	14,9	837	17,4	988
12,6	489	15,0	851	17,5	990
12,7	499	15,1	864	17,6	992
12,8	509	15,2	877	17,7	993
12,9	519	15,3	889	17,8	994
13,0	530	15,4	900	17,9	995
13,1	542	15,5	910	18,0	996
13,2	554	15,6	919	18,1	998
13,3	567	15,7	926	18,2	997

Скелетный возраст (год)	Зрелость костей	Скелетный возраст (год)	Зрелость костей	Скелетный возраст (год)	Зрелость костей
13,4	580	15,8	933	18,3	997
13,5	594	15,9	939	18,4	998
13,6	619	16,0	945	18,5	998
13,7	624	16,1	950	18,6	998
13,8	640	16,2	954	18,7	999
13,9	657	16,3	958	18,8	999
14,0	675	16,5	965	18,9	999
14,1	694	16,6	968	Взрослый	1000

Скелетный возраст, соответствующий показателю зрелости костей скелета (для девочек)

Таблица 6

Скелетный возраст (годы)	Зрелость костей	Скелетный возраст (годы)	Зрелость костей	Скелетный возраст (годы)	Зрелость костей
1,0	5	6,3	239	11,7	627
1,1	7	6,4	243	11,8	643
1,2	11	6,5	247	11,9	659
1,3	15	6,6	251	12,0	675
1,4	19	6,7	254	12,1	691
1,5	23	6,8	258	12,2	707
1,6	27	6,9	261	12,3	723
1,7	31	7,0	264	12,4	738
1,8	35	7,1	267	12,5	753
1,9	39	7,2	270	12,6	767
2,0	43	7,3	273	12,7	781
2,1	47	7,4	276	12,8	794
2,2	52	7,5	279	12,9	807
2,3	56	7,6	282	13,0	820
2,4	61	7,7	285	13,1	833
2,5	65	7,8	288	13,2	845
2,6	70	7,9	291	13,3	857
2,7	74	8,0	295	13,4	868
2,8	79	8,1	299	13,5	879
2,9	83	8,2	303	13,6	889
3,0	88	8,3	307	13,7	899
3,1	92	8,4	311	13,8	908
3,2	97	8,5	315	13,9	917
3,3	102	8,6	320	14,0	925
3,4	106	8,7	325	14,1	933
3,5	110	8,8	330	14,2	941
3,6	116	8,9	335	14,3	948
3,7	120	9,0	341	14,4	954
3,8	125	9,1	347	14,5	960
3,9	130	9,2	354	14,6	966
4,0	135	9,3	361	14,7	971
4,1	140	9,4	368	14,8	976
4,2	145	9,5	375	14,9	980
4,3	150	9,6	382	15,0	984
4,4	154	9,7	390	15,1	987
4,5	159	9,8	398	15,2	991
4,6	164	9,9	406	15,3	993
4,7	168	10,0	415	15,4	994
4,8	173	10,1	425	15,5	994



Скелетный возраст (годы)	Зрелость костей	Скелетный возраст (годы)	Зрелость костей	Скелетный возраст (годы)	Зрелость костей
4,9	178	10,2	435	15,6	995
5,0	183	10,3	446	15,7	995
5,1	187	10,4	457	15,8	995
5,2	191	10,5	468	15,9	996
5,3	196	10,6	480	16,0	996
5,4	200	10,7	492	16,1	997
5,5	205	10,8	504	16,2	997
5,6	209	10,9	517	16,3	997
5,7	214	11,0	530	16,4	998
5,8	218	11,1	543	16,5	998
5,9	222	11,2	556	16,6	998
6,0	226	11,3	569	16,7	999
6,1	231	11,4	583	16,8	999
6,2	235	11,5	597	16,9	999
		11,6	612	Взрослый	1000

## РАЗДЕЛ 5

## ОСНОВНЫЕ ТЕСТЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ

## Введение

Использование тестов обусловлено тем, что они позволяют изучить наиболее важные и измеримые аспекты физических возможностей человека (например, быстроту, силу, статическую силу, гибкость, мышечную выносливость). При помощи предлагаемой системы тестов невозможно проверить все двигательные достижения и, конечно, для получения более полных результатов были бы полезны тесты равновесия, координации, времени реакции и т. д.

Не следует считать все тесты обязательными. Проводящий испытание должен выбрать лишь те тесты, которые ему необходимы и доступны с учетом возможностей персонала и наличия технических средств.

Экспериментаторы, стремящиеся получить удобные обобщенные оценки, должны провести тестирование в соответствии с указаниями, результаты выразить в единицах стандартных шкал и после этого усреднить полученные очки.

Возможен также другой метод, когда оценки, выраженные в очках стандартных шкал (например, Т-шкалы), предварительно умножаются на произвольно выбранные весовые коэффициенты и лишь после этого суммируются. Выбор весовых коэффициентов зависит от того, какие тесты признаются наиболее важными.

Дополнительно может быть использован метод графического изображения результатов (метод «профилей»). Он имеет некоторые преимущества; так как при использовании единого показателя теряется диагностическая ценность индивидуальных тестов, результаты которых не видны за общим результатом.

## 84.0. Общие указания

Тесты двигательных достижений, приведенные здесь, достаточно сложны; сложность являлась одним из критериев их отбора. Следовательно, необходимо позаботиться о том, чтобы испытуемые были здоровы и достаточно хорошо подготовлены, в противном случае неизбежно перенапряжение (особенно это относится к бегу на средние и длинные дистанции).

Предлагаемые типовые двигательные тесты рекомендуются только для лиц в возрасте от 6 до 32 лет. Для составления двигательных тестов, рассчитанных на другие возрастные группы, необходимы дальнейшие исследования.

Невозможно переоценить важность мотивации, которая обеспечивает надежность результатов. Испытуемый должен как следует ознакомиться со всеми подробностями, касающимися тестов и четко уяснить цели их проведения.

Во всех тестах используется метрическая система мер. Предлагаемую батарею тестов рекомендуется проводить в два дня. При этом тесты, описанные в 85.0, 86.0 и 87.0 (спринт, прыжки в длину и бег на средние и длинные дистанции), следует проводить в первый день, а тесты, описанные в 88.0, 89.0, 90.0, 91.0, 92.0 и 93.0 (измерение силы кисти, подтягивание, челночный бег, подъемы в сед, наклоны туловища вперед), — во второй день. Если же все тесты проводятся в один день, то последовательность их можно оставить той же, но с одним исключением: бег на средние и длинные дистанции следует проводить последним.

Одежда испытуемых должна быть удобной (например, трусы, майка и желательные кеды). Испытуемые могут выполнять упражнения босиком. Нельзя использовать туфли на шпихах.

Проведение тестов может быть затруднено из-за антропометрических различий испытуемых. Однако пытаться избежать этих затруднений путем изменения требований к испытуемым было бы неоправданно: это привело бы к произвольным решениям и неизвестно, облегчило ли бы сравнение результатов. Более целесообразно наряду с использованием общих норм применять сопоставительный подход при оценке личных или групповых результатов.

Все лица, проводящие тестирование, должны быть тщательно подготовлены к проведению тестов. Эта подготовка должна включать как демонстрацию тестов, так и их практическое выполнение.

Сведения об условиях внешней среды необходимо вносить в протокол. Подробное освещение вопроса об условиях внешней среды изложено в разделе по физиологии.

## 85.0. Спринтерский бег 50 м

**85.1. Оборудование.** Секундомеры, фиксирующие десятые доли секунды (по одному на хронометриста); тщательно отмеренная 50-метровая дистанция; стартовый пистолет (или зрительный сигнал, точно совпадающий с моментом старта); финишная отметка.

**85.2. Описание теста.** По команде «На старт!» испытуемые становятся у стартовой линии в положение высокого старта (низкий старт не используется). Когда испытуемые приготовились и замерли, дается сигнал стартера. Во время преодоления испытуемыми дистанции нужно следить, чтобы они не снижали темпа бега перед финишем.

**85.3. Результат.** Время с точностью до десятой доли секунды.

**85.4. Общие указания и замечания.** **85.41.** Если нет стартового пистолета, команда «Марш!» должна совпадать с каким-либо зрительным сигналом для хронометристов, стоящих у финишной отметки. Конечно, следует помнить, что этот метод может привести к серьезным ошибкам.

**85.42.** Разрешается только одна попытка.

**85.43.** В забеге могут участвовать двое и более испытуемых, но время каждого отсчитывается по секундомеру. (Оперативный и опытный хронометрист, используя секундомер с двумя стрелками, может одновременно регистрировать время двух бегунов, если один из них бежит намного слабее другого.)

**85.44.** Дистанция должна быть прямая, в приемлемом состоянии и разделена на отдельные беговые дорожки.

**85.45.** Тест должен проводиться в таких погодных условиях, при которых испытуемые могли бы показать свои обычные, сравнимые результаты, т. е. должно быть по возможности безветренно и не слишком жарко или холодно.

## **86.0. Прыжки в длину с места**

**86.1. Оборудование.** Нескользкая поверхность с чертой, мерная лента и большой Т-образный угольник. (Мерная лента прикрепляется к полу непосредственно вдоль границы скользкой поверхности, так что результат прыжка легко измерить.)

**86.2. Описание теста.** Испытуемый становится носками к черте, готовится к прыжку. Сначала он делает мах руками назад, затем резко выносит их вперед и, толкаясь двумя ногами, прыгает как можно дальше.

**86.3. Результат.** Длина прыжка в сантиметрах в лучшей из двух попыток.

**86.4. Общие указания и замечания.**

**86.41.** Длина прыжка измеряется от черты до точки самого заднего касания ноги прыгуна с полом. Если испытуемый качнулся назад и коснулся пола какой-нибудь другой частью тела, попытка не засчитывается и ему предлагается совершить повторный прыжок.

**86.42.** Отрывать ноги от пола до прыжка не разрешается.

## **87.0. Бег на средние и длинные дистанции**

**87.1. Оборудование.** Секундомеры (по одному на каждого хронометриста) и тщательно отмеренная дистанция (отмерять дис-

танцию следует по линии, на 15 см отстоящей от внутреннего края дорожки).

**87.2. Описание теста.** Для мужчин, женщин и детей процедура тестирования одинакова, разница лишь в длине дистанции:

для мужчин и мальчиков от 12 лет и старше — 2000 или 1000 м;

для женщин и девочек от 12 лет и старше — 1500 или 800 м;

для детей до 12 лет — 600 м.

По команде «На старт!» испытуемые становятся к стартовой линии в положении высокого старта. Когда они готовы к старту, следует команда «Марш!» и они начинают бег, стараясь закончить дистанцию как можно быстрее. При необходимости разрешается переходить на ходьбу.

**87.3. Результат.** Время прохождения дистанции с точностью до секунды.

**87.4. Общие указания и замечания.**

**87.41.** Желательно вести отсчет времени по секундомеру. Можно также получить достаточно точные измерения, используя измерительные устройства, приводимые в приложении 5.

**87.42.** Беговая дорожка должна быть ровной и в хорошем состоянии.

**87.43.** Погодные условия должны способствовать тому, чтобы испытуемые показывали свои обычные, сравнимые результаты. В экстремальных условиях тест проводить не следует.

**87.44.** Забеги на более длинные дистанции имеют огромное значение как физиологические тесты аэробной производительности, если только они выполняются с максимальным напряжением сил.

## **88.0. Измерение силы кисти**

**88.1. Оборудование.** Кистевой динамометр, ящик с магnezией, регистрационный стол и стул.

**88.2. Описание теста.** Натерев руки магnezией, испытуемый берет динамометр в руку; он должен находиться на одной линии с предплечьем у бедра. Второй сустав пальцев должен снизу плотно прилегать к ручке, чтобы весь вес прибора приходился на сустав. Затем испытуемый захватывает динамометр между пальцами и ладонью у основания большого пальца, отводит руку в сторону и энергично сжимает прибор, прилагая максимальное усилие.

**88.3. Результат.** Сила фиксируется в килограммах.

**88.4. Общие указания и замечания.**

**88.41.** Результаты фиксируются только для более сильной руки.

**88.42.** Предоставляются две попытки, результаты каждой фиксируются. В зачет идет только лучший результат.

**88.43.** Во время теста ни динамометр, ни кисть не должны касаться тела или любого другого предмета. Если это произошло, то попытка не засчитывается и испытуемому предоставляется повторная попытка.

**88.44.** Не следует делать резкий взмах или другие резкие движения рукой: это может искусственно улучшить результат.

88.45. Рекомендуется использовать динамометр, размеры которого могут изменяться в соответствии с размером кисти.

88.46. Огромное значение имеет мотивация. От испытуемого требуется максимальное и концентрированное усилие, чтобы полученные результаты соответствовали действительной максимальной силе в момент проведения теста.

88.47. До проведения теста динамометры должны калиброваться (например, путем подвешивания к ним известных весов).

## 89.0. Подтягивания

Этот тест предназначен для мужчин и мальчиков от 12 лет.

89.1. **Оборудование.** Горизонтальный брус или перекладина диаметром 2—5 см, скамейка, ящик с магниезией. (Брус или перекладина должны быть расположены достаточно высоко, чтобы самый высокий из испытуемых мог выполнить вис на прямых руках).

89.2. **Описание теста.** Испытуемый встает на скамейку и хватом сверху (ладонями вперед) берется за перекладину на ширине плеч, затем делает вис на прямых руках, при этом ноги не должны касаться пола. Когда испытуемый занял исходное положение, следует команда «Можно». Сгибая руки, он подтягивается до такого положения, когда его подбородок находится непосредственно над уровнем перекладины. Затем испытуемый сразу же расслабляет руки и, полностью выпрямляя их, опускается в исходное положение. Упражнение повторяется столько раз, сколько возможно.

89.3. **Результат.** Результатом является число успешных подтягиваний, при которых подбородок находился непосредственно над перекладиной.

89.4. **Общие указания и замечания.** 89.41. Каждому испытуемому предоставляется только одна попытка.

89.42. Тест прекращается:

1) если испытуемый делает заметную остановку, т. е. остановку на 2 сек. и более;

2) если испытуемому не удастся зафиксировать положение подбородка над перекладиной 2 раза подряд.

89.43. Испытуемому запрещается помогать себе, делая махи ногами. Испытатель может пресечь подобные попытки, вытянув прямую руку перед испытуемым на уровне его бедер или встав почти вплотную впереди него.

89.44. При использовании системы взаимного контроля тесту могут подвергаться сразу несколько испытуемых, однако при этом необходим достаточный и надежный общий контроль.

## 90.0. Вис на согнутых руках

Этому тесту подвергаются женщины, девушки и дети до 12 лет.

90.1. **Оборудование.** Горизонтальный брус или перекладина диаметром 2—5 см, скамейка, ящик с магниезией.

Брус или перекладина должны быть установлены достаточно высоко, чтобы самый высокий из испытуемых мог выполнить вис.

**90.2. Описание теста.** Испытуемый становится на скамейку и хватом сверху (ладонями вперед) берется за перекладину, руки полностью согнуты, подбородок находится непосредственно над перекладиной. Когда испытуемый занял исходное положение и готов к выполнению упражнения, следует команда «Можно» и он перестает опираться ногами, повисает на согнутых руках. Подбородок находится непосредственно над перекладиной, и это положение нужно стараться сохранить как можно дольше.

**90.3. Результат.** Время в секундах, в течение которого испытуемый сохраняет это положение.

**90.4. Общие указания и замечания.**

**90.41.** Подбородок должен находиться над перекладиной и не касаться ее. Как только подбородок касается перекладины или опустится ниже нее, тест прекращается.

**90.42.** Ноги не должны касаться опоры.

## 91.0. Челночный бег

**91.1. Оборудование.** Секундомер, фиксирующий десятые доли секунды; ровная дорожка длиной 10 м, ограниченная двумя параллельными чертами; за каждой чертой — 2 полукруга радиусом 50 см с центром на черте; 2 деревянных куба (5×5×5 см); регистрационный стол и стул.

**91.2. Описание теста.** По команде «На старт!» испытуемый становится в положение высокого старта за стартовой чертой. Когда он приготовился, следует команда «Марш!». Он пробегает 10 м до другой черты, берет один из двух деревянных кубов, лежащих в круге, бегом возвращается назад и кладет его в стартовый круг. Бросать куб нельзя. Затем испытуемый тут же бежит обратно, возвращается со вторым кубом и кладет его в стартовый круг. Тест закончен.

**91.3. Результат.** Время от старта до момента, когда испытуемый положил второй куб в круг.

**91.4. Общие указания и замечания.** **91.41.** Каждый испытуемый имеет 2 попытки, в протокол заносится лучший результат.

**91.42.** Хронометрист не засчитывает попытку, если испытуемый бросает или роняет куб в круг. Его требуется аккуратно положить. Если это требование не выполняется, назначается повторная попытка.

**91.43.** Дорожка должна быть ровной, в хорошем состоянии, не должна скользить.

## 92.0. Подъем в сед (30 сек.)

**92.1. Оборудование.** Секундомер, мат. Необходим партнер.

**92.2. Описание теста.** Испытуемый ложится спиной на мат или другую ровную поверхность, расстояние между ступнями пример-

но 30 см, ноги в коленях согнуты под прямым углом, пальцы рук скрещены за головой. Партнер становится на колени у ног испытуемого и придерживает его ступни, чтобы пятки касались пола или поверхности мата. Когда испытуемый готов, дается команда «Можно». Он переходит в положение «сидя» и касается локтями коленей, затем тут же возвращается в исходное положение, касаясь мата спиной и руками, после чего снова в положение «сидя». В течение 30 сек. он повторяет упражнение с максимальной частотой.

**92.3. Результат.** Результатом является число подъемов из положения «лежа» в положение «сидя» в течение 30 сек.

**92.4. Общие указания и замечания.**

**92.41.** Испытуемые выполняют тест в парах; один придерживает ступни другого, чтобы пятки не отрывались от пола или мата.

**92.42.** На протяжении всего теста руки должны быть «в замке» за головой.

**92.43.** На протяжении всего теста ноги в коленях должны быть согнуты приблизительно под прямым углом.

**92.44.** Испытуемый должен каждый раз возвращаться в первоначальное положение касаясь пальцами, сомкнутыми «в замке», поверхности мата или пола. Лучше проводить тест на мягкой поверхности.

**92.45.** Отталкиваться от мата локтями запрещается.

**92.46.** Испытуемый должен стараться выполнять упражнение без остановок, но если ему и потребуются несколько остановок, прекращать тест не следует.

**92.47.** При использовании системы взаимного контроля тесту могут подвергаться сразу несколько испытуемых, однако при этом необходим достаточный и надежный общий контроль.

### **93.0. Наклоны туловища вперед (из положения сидя)**

**93.1. Оборудование.** Вертикальная опора для ног высотой 35 см, укрепленная на расстоянии не менее 50 см от стены; планка с разметкой или жесткая линейка (с разметкой от 0 до 100 см); скользящий деревянный фиксатор.

**93.2. Описание теста.** Испытуемый сидит на полу, ноги выпрямлены, подошвы упираются в вертикальную стенку опоры. Не сгибая коленей (если необходимо, помогает испытатель), он наклоняется вперед и (плавно, без рывков) старается дотянуться руками как можно дальше. Положение максимального наклона следует сохранять приблизительно в течение 2 сек. Тест повторяется дважды.

**93.3. Результат.** Результат лучшей из двух попыток фиксируется в сантиметрах.

**93.4. Общие указания и замечания.** **93.41.** Линейка укрепляется параллельно полу, причем отметка 50 см должна находиться на одном уровне с обращенной к испытуемому поверхностью вертикальной опоры. Нулевая отметка находится примерно на уровне

## ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ТЕСТЫ

Фамилия, имя и отчество \_\_\_\_\_

Порядковый номер карты: \_\_\_\_\_

Номер обследования, личный номер испытуемого: \_\_\_\_\_

Кто проводит обследование: \_\_\_\_\_

Дата обследования: \_\_\_\_\_

Дата рождения: \_\_\_\_\_

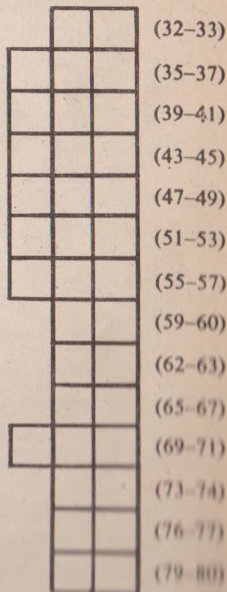
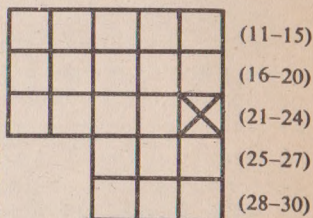
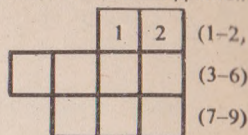
Возраст: \_\_\_\_\_

Отношение к спорту: \_\_\_\_\_

(Прочие данные смотрите в других разделах)

	1-я попытка	2-я попытка
Бег 50 м, 1/10 сек.	_____	_____
Прыжки в длину с места (см)	_____	_____
Бег (сек.)	2000 м	_____
	1500 м	_____
	1000 м	_____
	800 м	_____
	600 м	_____
Сила кисти (кг)	_____	_____
Подтягивание (число раз)	_____	_____
Вис на согнутых руках (сек.)	_____	_____
Челночный бег (1/10сек.)	_____	_____
Подъем в сед за 30 сек. (число раз)	_____	_____
Наклоны туловища вперед (стоя)	_____	_____
Наклоны туловища вперед (сидя)	_____	_____

### КАРТА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ 12





коленей испытуемого. Лучший результат соответствует большему наклону.

93.42. Измерения можно производить при помощи скользящего фиксатора, укрепленного на планке с разметкой или линейке.

93.43. Если испытуемый сгибает колени, попытка не засчитывается. Упражнение должно выполняться без рывков. В качестве результата берется показатель наибольшего наклона, если испытуемый удержался в этом положении указанное время.

#### **94.0. Наклоны туловища вперед (из положения стоя)**

94.1. **Оборудование.** Платформа или стул; планка с разметкой или жесткая линейка (с разметкой от 0 до 100 см); скользящий деревянный фиксатор.

94.2. **Описание теста.** Испытуемый становится на платформу, ноги вместе, носки у края платформы. Не сгибая коленей (если необходимо, ему помогает испытатель), он наклоняется вперед, стараясь дотянуться руками как можно ниже. Положение максимального наклона сохраняется приблизительно в течение 2 сек. Тест повторяется дважды.

94.3. **Результат.** Результат лучшей из двух попыток. Фиксируется в сантиметрах.

94.4. **Общие указания и замечания.** 94.41. Планка с разметкой (или линейка) укрепляется перпендикулярно к платформе так, чтобы отметка 50 см находилась на одном уровне с верхней поверхностью платформы. Тогда нулевая отметка будет находиться примерно на уровне коленей испытуемого. Лучший результат соответствует большему наклону.

94.42. Измерения можно производить при помощи скользящего фиксатора, укрепленного на планке с разметкой или линейке.

94.43. Если испытуемый сгибает колени, попытка не засчитывается. Упражнение должно выполняться без рывков. В качестве результата берется показатель наибольшего наклона, если испытуемый удержался в этом положении указанное время.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

#### **РУКОВОДСТВО ПО КЛАССИФИКАЦИИ ВИДОВ РАБОТЫ**

##### **Классификация видов работы**

*Сидячая работа.* Работа в школе, работа в учреждении, рисование, ткачество и т. п.

*Легкая работа.* Домашняя работа, работа в лаборатории, работа за щитом управления, работа экспедитора, крановщика башенного крана, шофера (кроме грузовых перевозок), сборка, сбор хлеба вручную, и т. п.

*Работа средней сложности* («средней легкости» и «средней тяжести»). Работа с техникой в промышленности и сельском хозяйстве; переменная сидячая и стоячая работа; работа, включающая ходьбу пешком; механизированный труд в шахтах; работа на тяжелых механических станках; сборка тяжелых предметов; механическая ковка; перевозка среднетяжелых грузов на короткие расстояния.

*Тяжелая работа.* Работа, требующая напряжения больших групп мышц и выполняемая в течение длительного времени; погрузка и перевозка тяжелых грузов (например, переноска мяса на бойне, переноска мешков, погрузка леса вручную); рубка леса ручными орудиями; сельскохозяйственный труд в горных районах; сбор зерна вручную; ручная работа в шахте; столярные работы в шахте; работа отбойным молотком; немеханизированные земляные работы и т. п.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### РУКОВОДСТВО ПО КЛАССИФИКАЦИИ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП

Признак	Монголоиды-1	Негроиды-2	Европеоиды-3	Смешанные-4
Кожа	Светлая или слегка желтоватая	Темная	Белая до светло-коричневой	
Волосы	Темные, прямые и жесткие	Темные вьющиеся	Темные или белокурые, прямые до вьющихся	
Эпикантус	Присутствует	Отсутствует	Отсутствует	
Нос	Маленький до большого	Маленький	Большой	
Губы	Средние до толстых	Толстые до очень толстых	Узкие до средних	
Положение оси ноздрей	Среднее	Поперечное	Продольное	
Угол горизонтальной профилировки	Большой	Средний	Маленький	

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### РУКОВОДСТВО ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

#### 1. Аускультация и пальпация

Обследование следует проводить в тихом, достаточно теплом помещении. Испытуемый ложится на спину, ноги и руки не должны быть на весу.

При пальпации могут быть выявлены толчки и изменения силы сокращения сердца. Усиление верхушечного толчка указывает на

увеличение сердца. Сильный толчок слева от грудины указывает на развитие прекардиальной пульсации. Толчки могут быть систолические, диастолические, верхушечные, прекардиальные, на легочной артерии, или аортальные.

При аускультации могут быть выявлены: 1) изменения интенсивности тонов, когда первый или второй тон усилен или ослаблен; 2) добавочные тона, такие, как ритм галопа, щелчок, хлопающий тон; 3) шумы. Наиболее часто встречающиеся изменения следующие:

1. Акцент  $A_2$   
Акцент  $P_2$   
Акцент  $M_1$   
Акцент  $M_1$  и  $P_2$   
 $A_2$  ослаблен или отсутствует  
 $P_2$  ослаблен или отсутствует  
Приглушение всех тонов.
2. Ритм галопа  
Третий тон сердца  
Тон открытых клапанов  
Систолический щелчок над легочной артерией  
Систолический щелчок над аортой
- 3а. Систолические шумы.  
Максимальная интенсивность — над верхушкой  
— над среднепрекардиальной областью  
— над легочной артерией  
— над аортой  
  
Слабые (1 — 2-я степень)  
Средние (3 — 4-я степень)  
Очень сильные (5 — 6-я степень)  
Тип: пансистолические  
протосистолические  
мезосистолические  
ромбовидные
- 3б. Диастолические шумы.  
Максимальная интенсивность — над верхушкой  
— над среднекардиальной областью  
— над легочной артерией  
— над аортой  
  
Тип: протодиастолические  
убывающие  
мезодиастолические или пресистолические
- 3в. Систола-диастолические шумы  
Над легочной артерией  
Прекардиальные  
Прочие

## 2. Измерение кровяного давления

Измерение систолического и диастолического кровяного давления следует производить с помощью ртутного манометра<sup>1</sup>.

Предварительно освободив руку испытуемого от одежды, надо плотно и ровно наложить манжету шириной 14 см приблизительно на 2 см выше антекубитальной области. Середина резиновой ман-

<sup>1</sup> См. World Health Organization Technical Report Series, № 231, pp. 4—5, 1962.

жеты должна находиться на линии плечевой артерии. В спущенном состоянии манжета не должна сдавливать подлежащие ткани.

Манжету быстро надувают до давления, на 20—30 мм рт. ст. превышающего давление, при котором происходит облитерация радиального пульса. Затем к нижнему краю манжеты, в том месте, где прощупывается пульс плечевой артерии, вплотную прикладывают стетоскоп. Далее со скоростью не более 2—3 мм рт. ст. за одну пульсацию снижают давление в манжете, и в момент первого появления слышимой пульсации давление фиксируется как систолическое. Давление в манжете продолжают снижать, и звук неожиданно становится приглушенным и вскоре исчезает. Пока остается неясным, какая из этих фаз более точно характеризует диастолическое давление, обе величины следует фиксировать как диастолическое давление.

### 3. Определение объема сердца

**Приборы:** рентгеновский аппарат; вспомогательное оборудование.

**Описание.** Для вычисления объема сердца необходимо знать 3 переменные величины. Они могут быть получены с помощью телерентгенографии сердца во фронтальной и сагиттальной проекциях; во время обследования испытуемый должен лежать на животе (рис. 8, 9 и 10).

Для снимка во фронтальной проекции кассету помещают рядом с сердцем перед грудиной, для снимка в сагиттальной проекции — непосредственно с левой стороны грудной клетки. Пленки экспонируются быстро, одна за другой, по отдельности, в идеале — при максимальной диастоле и в середине вдоха с помощью синхронизирующих электронных приборов с двойным пуском.

Во избежание эффекта Вальсальвы рот испытуемого должен быть открыт. Значительных различий в объеме сердца при положениях на животе и на спине не происходит. При положении на животе фронтальная площадь больше, а продольный диаметр уже, чем при положении на спине. При положении на животе сердце больше соприкасается с передней стенкой грудной клетки. Его объем, однако, не больше, чем при положении на спине, как может показаться, если судить только по фронтальному виду. Таким образом, обе экспозиции можно производить как при положении на животе, так и при положении на спине. До снимка испытуемый должен принять барий, чтобы esophageal mucosa четко выделялась на фоне задней границы сердца.

**Расчеты.** Формула вычисления объема сердца основана на предположении, что объем тела любой формы равен произведению<sup>1</sup> площади параллельной проекции этого тела на плоскость и его средней линейной протяженности в сторону этой проекции. Средняя протяженность (глубина) в сторону проекции может быть из-

<sup>1</sup> В подлиннике ошибочно указано «сумме». — *Прим. ред.*

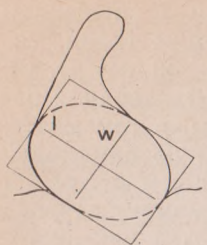


Рис. 29. Вертикальный ( $l$ ) и горизонтальный ( $w$ ) диаметры сердца

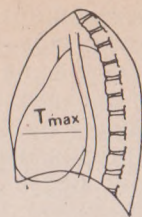


Рис. 30. Наибольший продольный диаметр сердца ( $T_{max}$ )

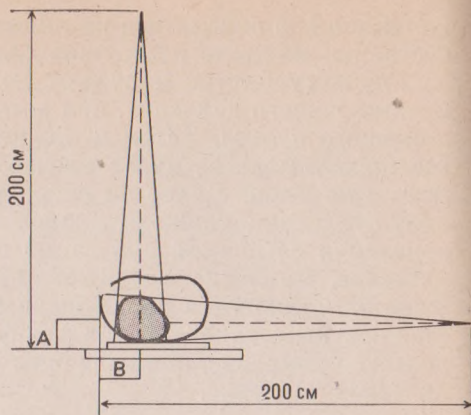


Рис. 31. Техника регистрации рентгенограмм сердца во фронтальной и сагиттальной проекциях, показанных на рис. 29 и 30. При обследовании взрослых людей расстояния, обозначенные  $A$  и  $B$ , равны соответственно 10 и 20 см

мерена только косвенно, так как она зависит от формы тела. Наиболее точно величину сердца можно представить в виде величины сферического тела (шар, эллипсоид) и какой-то константы ( $K$ ), характеризующей форму сердца. Отсюда, формула Ропера — Кальсторфа выглядит следующим образом:

$$\text{объем} = K \cdot Fa \cdot T_{max}.$$

Это означает, что объем сердца равен 0,63 от произведения площади фронтальной (продольной) ортодиаграммы ( $Fa$ ) на наибольшую глубину латеральной (сагиттальной) ортодиаграммы ( $T_{max}$ ). Площадь поверхности сердца можно либо измерить планиметрически, либо вычислить по формуле площади эллипса:

$$Fa = \frac{\pi}{4} \cdot l \cdot w,$$

где  $l$  — большой, а  $w$  — малый диаметр эллипса (см. рис. 29, 30, 31). Разница между вычисленной и планиметрически измеренной площадью составляет менее 3%. Если вместо телерентгенографии использовать ортодиаграфический метод, необходимо учитывать проекционную погрешность. Допустим, что расстояние от фокуса до пленки при фронтальном и латеральном снимках равно 2 м, тогда, если постоянное расстояние от сердца до пленки при фронтальном снимке равно 10 см, а при латеральном — 20 см, применяется следующая формула:

$$\begin{aligned} \text{Объем} &= 0,63 \times \frac{\pi}{4} \times \frac{200-10}{200} \times l \times w \times \frac{200-20}{200} T_{max} = \\ &= 0,40 \times l \times w \times T, \end{aligned}$$

где  $l$  — длина;

$\omega$  — ширина сердечного четырехугольника Морица;

$T_{max}$  — наибольший горизонтальной (глубинный) диаметр сердца.

При обследовании детей расстояние между пленкой и сердцем уменьшается, а следовательно, увеличивается проекционная погрешность. У детей 10-летнего возраста, например, константа ( $K$ ) равна 0,42, а у детей 6-летнего возраста — 0,44.

Относительный объем сердца выражается отношением объема сердца (heart volume — HV) к весу тела: HV/кг.

Например, вес тела 74 кг,  $\omega = 11,0$ ,  $l = 13,0$  см,  $T_{max} = 14,0$ .

$$HV = 0,40 \times 11,0 \times 13,0 \times 14,0 = 800,80 \text{ мл}$$

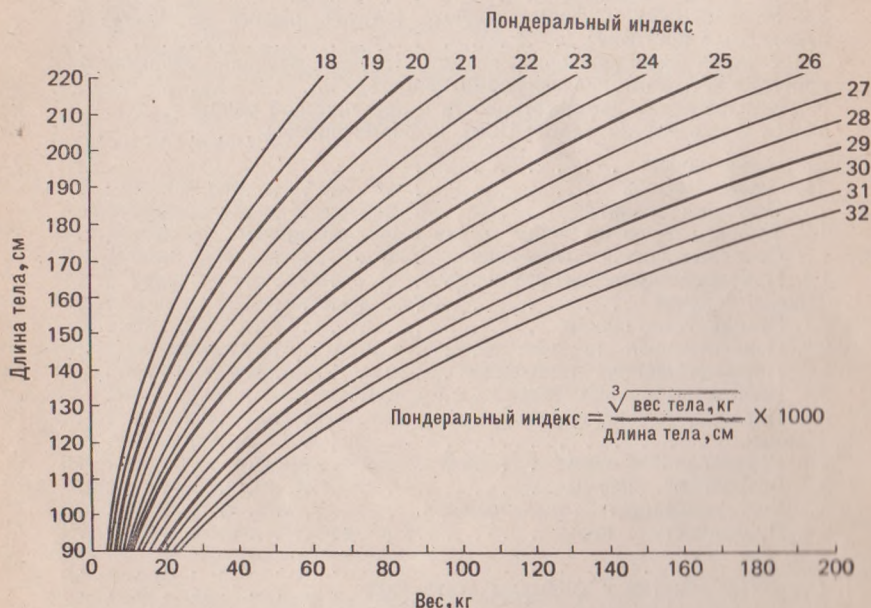
$$HV/\text{кг} = 801/74 = 10,8$$

**Общие указания и замечания.** Измерение объема сердца позволяет определить влияние тренировки на работоспособность людей вообще и спортсменов в частности.

Точность этого метода проверялась несколько раз. Погрешность в сравнительных исследованиях на макете, живых испытуемых и трупах составляла от 3 до 5%.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 4

#### НОМОГРАММА ПОНДЕРАЛЬНОГО ИНДЕКСА



# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>Часть I. Основы спортивной метрологии . . . . .</b>	<b>5</b>
Введение . . . . .	7
Основы теории тестов . . . . .	9
1. Основные понятия . . . . .	—
2. Надежность тестов . . . . .	10
2.1. Понятие о надежности тестов . . . . .	—
2.2. Оценка надежности по экспериментальным данным . . . . .	13
2.3. Надежность в практике работы с тестами . . . . .	15
2.4. Стабильность теста . . . . .	16
2.5. Согласованность теста . . . . .	17
2.6. Эквивалентность теста . . . . .	18
2.7. Пути повышения надежности теста . . . . .	—
3. Информативность тестов . . . . .	19
3.1. Основные понятия . . . . .	—
3.2. Эмпирическая информативность (случай первый — существует измеряемый критерий) . . . . .	20
3.3. Эмпирическая информативность (случай второй — единичного критерия нет; факторная информативность) . . . . .	22
3.4. Эмпирическая информативность в практической работе . . . . .	23
3.5. Содержательная (логическая) информативность . . . . .	25
Основы теории оценок . . . . .	27
1. Проблема оценок . . . . .	—
1.1. Основные понятия . . . . .	29
1.2. Таблицы очков по видам спорта и шкалы оценок . . . . .	31
1.3. Основные задачи оценивания . . . . .	—
1.4. Проблема критерия . . . . .	32
2. Шкалы оценок . . . . .	—
2.1. Стандартные шкалы . . . . .	33
2.2. Перцентильная шкала . . . . .	34
2.3. Нормализованная Т-шкала . . . . .	—
2.4. Шкалы выбранных точек . . . . .	36
2.5. Параметрические шкалы . . . . .	—
3. Нормы . . . . .	—
3.1. Разновидности норм . . . . .	38
3.2. Возрастные нормы . . . . .	40
3.3. Учет особенностей телосложения . . . . .	42
3.4. Пригодность норм . . . . .	43
Приложение . . . . .	—
1. Основные понятия и формулы статистики . . . . .	—
1.1. Вариационные ряды . . . . .	44
1.2. Средние . . . . .	—
1.3. Меры рассеивания . . . . .	45
1.4. Распределения . . . . .	—
1.5. Корреляция и регрессия . . . . .	46
1.6. Дисперсионный анализ . . . . .	48
2. Основные понятия и термины спортивной метрологии . . . . .	—

Часть II. Измерение физической пригодности человека . . . . .	61
Введение . . . . .	63
Раздел 1. Личные данные и спортивный анамнез . . . . .	64
А. Личные данные . . . . .	66
Б. Спортивный анамнез . . . . .	67
Раздел 2. Медицинское обследование . . . . .	69
О. Медицинский анамнез (заполняется испытуемым) . . . . .	70
Б. Врачебное обследование (заполняется врачом) . . . . .	74
В. Лабораторные данные . . . . .	78
Раздел 3. Физиологические измерения и показатели . . . . .	80
А. Общее рассмотрение проблемы . . . . .	—
53.0. Способность совершать максимальную работу . . . . .	80
54.0. Экспериментальные лаборатории . . . . .	81
55.0. Условия окружающей среды . . . . .	—
56.0. Стандартизация тестов . . . . .	82
57.0. Выбор аппаратуры . . . . .	—
58.0. Общие замечания по методике тестирования . . . . .	84
Б. Стандартные тесты . . . . .	86
59.0. Описание основной методики проведения стандартных тестов . . . . .	—
60.0. Третбан-тест . . . . .	87
61.0. Велоэргометр-тест . . . . .	89
62.0. Эргометрический степ-тест . . . . .	91
В. Измерительные процедуры . . . . .	93
63.0. Прямое и косвенное тестирование физической пригодности . . . . .	—
Г. Определение максимальной аэробной производительности при помощи субмаксимальных тестов . . . . .	98
64.0. Стандартный субмаксимальный тест . . . . .	—
65.0. Субмаксимальный полевой степ-тест . . . . .	—
66.0. Модифицированный субмаксимальный полевой степ-тест для детей 6—10 лет . . . . .	99
67.0. Оценка максимальной аэробной производительности по двигательным достижениям . . . . .	100
Раздел 4. Телосложение и состав тела . . . . .	104
А. Антропометрические измерения . . . . .	105
68.0. Основные измерения . . . . .	—
69.0. Общие требования к условиям измерений . . . . .	106
70.0. Приборы, используемые для антропометрических измерений . . . . .	—
71.0. Основные анатомические точки . . . . .	—
72.0. Измерение веса . . . . .	108
73.0. Измерение высот условных точек (стоя) . . . . .	—
74.0. Измерение высот отдельных условных точек (сидя) . . . . .	109
75.0. Вычисление длины конечностей и их сегментов . . . . .	—
76.0. Измерение диаметров . . . . .	110
77.0. Измерение обхватов . . . . .	111
78.0. Измерение толщины кожно-жировых складок . . . . .	112
Б. Анализ компонентов тела . . . . .	118
79.0. Общий жир тела . . . . .	—
80.0. Общее содержание воды в теле . . . . .	121
81.0. Общее содержание калия в организме . . . . .	124
В. Созревание . . . . .	127
82.0. Определение стадий полового созревания . . . . .	—
83.0. Костный возраст . . . . .	129
Раздел 5. Основные тесты физической подготовленности . . . . .	136
Введение . . . . .	—
84.0. Общие указания . . . . .	137
85.0. Спринтерский бег 50 м . . . . .	—
86.0. Прыжки в длину с места . . . . .	138



87.0. Бег на средние и длинные дистанции . . . . .	138
88.0. Измерение силы кисти . . . . .	139
89.0. Подтягивания . . . . .	140
90.0. Вис на согнутых руках . . . . .	—
91.0. Челночный бег . . . . .	141
92.0. Подъем в сед (30 сек.) . . . . .	—
93.0. Наклоны туловища вперед (из положения сидя) . . . . .	142
94.0. Наклоны туловища вперед (из положения стоя) . . . . .	144
Приложения . . . . .	—
Приложение 1. Руководство по классификации видов работы . . . . .	—
Классификация видов работы . . . . .	—
Приложение 2. Руководство по классификации этнических групп . . . . .	145
Приложение 3. Руководство по исследованию сердечной деятельности . . . . .	—
1. Аускультация и пальпация . . . . .	—
2. Измерение кровяного давления . . . . .	146
3. Определение объема сердца . . . . .	147
Приложение 4. Номограмма пондерального индекса . . . . .	149

**Владимир Михайлович Зацюрский**

## ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Заведующая редакцией Л. И. Кулешова, Редактор А. С. Иванова, Художник В. Ю. Лукин.  
Художественный редактор В. Г. Мочалов, Технический редактор Н. Н. Бурова.  
Корректоры З. Г. Самылкина, Т. В. Зубова, И. Л. Кигель.

ИБ № 697. Сдано в набор 12.12.78. Подписано к печати 03.09.79. А 12461. Формат 60×90<sup>1/16</sup>.  
Бумага кн.-журн. Гарнитура «Литературная». Высокая печать. Усл. п. л. 9,5. Уч.-изд. л. 10,20.  
Тираж 30 000 экз. Издат. № 6014. Зак. 898. Цена 50 коп.

Ордена «Знак Почета» издательство «Физкультура и спорт» Государственного комитета СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 101421. Москва, Каляевская ул., 27.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.