

**ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ТЕЛА  
СПОРСМЕНОВ И ЗНАЧЕНИЕ ЕГО  
ОЦЕНКИ В ПРАКТИКЕ СПОРТА**

# Этапы развития методов и технологий определения состава тела

- 1850 Начало применения электрометрии в научных исследованиях, появление приборов для измерения электрического сопротивления (В. Томсон)
- 1857 Установлен факт уменьшения с возрастом относительного содержания воды в организме животных и увеличения относительного содержания минеральных веществ (А. Безольд)
- 1863 Анализ нескольких трупов взрослых людей на содержание воды (Е. Бишоф)
- 1869 Предложен наиболее популярный до сих пор индекс массы тела (А. Кетле)
- 1880 Первое упоминание биоимпедансного метода определения электрической проводимости тканей тела (В. Томсон)
- 1895 Химический анализ состава тела человеческих эмбрионов и новорождённых
- 1906 Появление концепции безжировой массы тела (А.Магнус Леви)
- 1909 Предложен метод оценки мышечной массы тела на основе данных по экскреции креатинина (П.Шеффер, У. Колеман)
- 1921 Построены формулы для оценки состава тела на основе калиперометрии (Й. Матейка)
- 1925 Предложены устройства для измерения импеданса клеток и тканей организма (Г. Фрике, С. Морзе)
- 1942 Определение состава тела на основе усовершенствованного метода гидростатического взвешивания, появление концепции тощей массы тела (А. Бенке и др.)
- 1962 Первое применение биоимпедансометрии для определения общей и внеклеточной жидкости (А. Томассет)



А. Кетле  
(1796–1874)

# Этапы развития методов и технологий определения состава тела

- 1963 Появление устройств для определения плотности тела на основе метода воздушной плетизмографии
- 1966 Начало применения ультразвука для определения содержания подкожного жира (Р. Бут, Б. Годдард, А. Патон)
- 1979 Начало использования рентгеновской компьютерной томографии для изучения состава тела (С. Хеймсфилд)
- 1979 Начало массового производства биоимпедансных анализаторов состава тела (RJL Systems, Space Labs, Valhalla Scientific)
- 1984 Начало использования магнитно-резонансной томографии для изучения состава тела (М. Фостер и др.) 1984 Определение жировой массы тела на основе метода инфракрасного отражения (Дж. Конвэй и др.)
- 1984 Проведено исследование состава тела человеческих трупов — Brussels cadaver study (Дж. Клэрис, А. Мартин, Д. Дринкуотер)
- 1989 В СССР выпущен первый серийный биоимпедансный анализатор водных секторов организма ИСГТ-1
- 1992 Предложена пятиуровневая многокомпонентная модель состава тела (З. Ванг, Р. Пирсон, С. Хеймсфилд)
- 1994 Разработано устройство BOD POD (Life Measurement Instruments, США) для определения состава тела методом воздушной плетизмографии
- 1997 В России начат серийный выпуск первого автоматизированного биоимпедансного анализатора АВС-01 “Медасс”

# Оборудование для определения состава тела



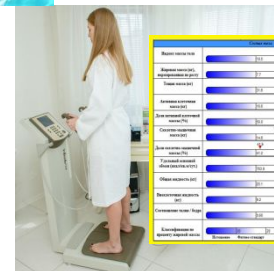
Калиперы

Оборудование для подводного взвешивания



Оборудование метода воздушной плевтизмографии

Биоимпедансные анализаторы



| Показатель   | Мужчины | Женщины |
|--|---------|---------|
| Возраст (лет)  | 25,0    | 25,0    |
| Рост (см)  | 175,0   | 165,0   |
| Вес (кг)   | 75,0    | 65,0    |
| Индекс массы тела (ИМТ)  | 24,5    | 23,8    |
| Процент жира в организме   | 15,0    | 18,0    |
| Масса мышц (кг)  | 55,0    | 45,0    |
| Масса костей (кг)  | 12,0    | 11,0    |
| Масса воды (кг)  | 45,0    | 40,0    |
| Масса жира (кг)  | 11,0    | 12,0    |
| Масса безжировых тканей (кг)   | 64,0    | 53,0    |
| Масса воды в безжировых тканях (кг)  | 33,0    | 28,0    |
| Масса воды в жире (кг)   | 12,0    | 12,0    |
| Масса воды в организме (кг)  | 45,0    | 40,0    |
| Масса безжировых тканей без воды (кг)  | 31,0    | 25,0    |
| Масса жира без воды (кг)   | 9,0     | 10,0    |
| Масса безжировых тканей без воды и жира (кг)   | 22,0    | 15,0    |
| Масса жира без воды и жира (кг)  | 0,0     | 0,0     |
| Масса безжировых тканей без воды, жира и минералов (кг)  | 17,0    | 10,0    |
| Масса жира без воды, жира и минералов (кг)   | 0,0     | 0,0     |
| Масса безжировых тканей без воды, жира, минералов и углеводов (кг)                               | 12,0    | 5,0     |
| Масса жира без воды, жира, минералов и углеводов (кг)  | 0,0     | 0,0     |
| Масса безжировых тканей без воды, жира, минералов, углеводов и белков (кг)                       | 5,0     | 0,0     |
| Масса жира без воды, жира, минералов, углеводов и белков (кг)                                    | 0,0     | 0,0     |
| Масса безжировых тканей без воды, жира, минералов, углеводов, белков и углеводов (кг)            | 0,0     | 0,0     |
| Масса жира без воды, жира, минералов, углеводов, белков и углеводов (кг)                         | 0,0     | 0,0     |
| Масса безжировых тканей без воды, жира, минералов, углеводов, белков, углеводов и углеводов (кг) | 0,0     | 0,0     |
| Масса жира без воды, жира, минералов, углеводов, белков, углеводов и углеводов (кг)              | 0,0     | 0,0     |



Двухэнергетические рентгеновские анализаторы

Оборудование для компьютерной томографии



Ультразвуковые костные денситометры

Инфракрасные жиранализаторы



Оборудование для магнитно-резонансной томографии



# Модели состава тела

**Модель состава тела** - совокупность количественных данных и предположений, а также соответствующая математическая формула, позволяющие определить содержание компонент состава тела, образующих в сумме всё тело.



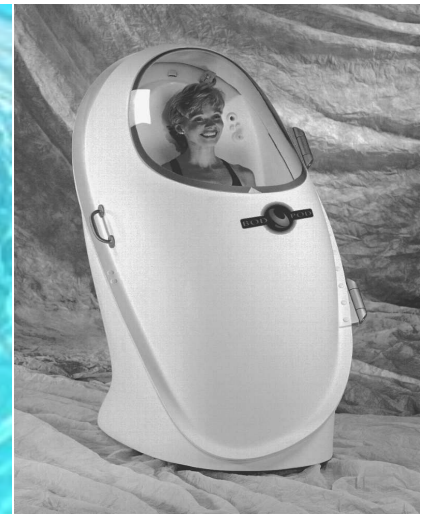
# Двухкомпонентная модель

- В классической двухкомпонентной модели масса тела человека (МТ) рассматривается как сумма двух составляющих: жировой массы тела (ЖМТ) и безжировой массы тела (БМТ)
- **Жировая масса тела** - масса всех липидов в организме. Жировая масса тела представляет собой наиболее лабильную компоненту состава тела, её содержание может меняться в широких пределах. Нормальное соотношение для мужчин, при котором ЖМТ составляет около 15% массы тела.

$$МТ = ЖМТ + БМТ$$



Портативное устройство для гидростатического взвешивания



Воздушная плетизмография

# Трёхкомпонентные модели

- Одной из наиболее распространённых трёхкомпонентных моделей состава тела является безжировая масса тела представлена как сумма общей воды организма (ОВО) и сухой массы тела без жира (СМТБЖ).
- Другая трёхкомпонентная модель состава тела представлена жировой массой тела (ЖМТ), ММТ — минеральная масса тела, а БФМТ — безжировая фракция мягких тканей

$$MT = ЖМТ + БМТ = ЖМТ + ОВО + СМТБЖ$$

$$MT = ЖМТ + ММТ + БФМТ$$

# Четырёхкомпонентные модели

- У людей с нарушенным балансом жидкости в организме или изменённой минеральной массой тела трёхкомпонентные модели могут приводить к значительной погрешности определения %ЖМТ. В этом случае лучше использовать четырёхкомпонентную модель состава тела с одновременной оценкой содержания воды в организме и минеральной массы тела.
- Существует четырёхкомпонентная модель, не требующая измерения плотности тела. В этой модели БМТ рассматривается в виде суммы трёх компонент: клеточной массы тела, а также массы внеклеточной жидкости и внеклеточных твёрдых веществ

$$MT = ЖМТ + ОВО + ММТ + МО$$

МО — масса остатка (в данном случае — белковой фракции), ОВО - общая вода организма. Вместо ММТ чаще рассматривается минеральная масса костей (ММК), при этом МО представляет собой сумму содержания белков и минералов мягких тканей

$$MT = ЖМТ + КМТ + ВКЖ + ВТВ$$

КМТ — клеточная масса тела, ВКЖ — внеклеточная жидкость, а ВТВ — внеклеточные твёрдые вещества

Таблица 1.3. Характеристика качества оценки состава тела на основе прогнозирующих формул калиперометрии, антропометрии и биоимпедансного анализа по величине среднеквадратической погрешности (*SEE*) (Lohman, 1992; Heyward, 2000)

| <i>SEE</i><br>%ЖМТ | <i>SEE</i><br>ПТ, г/мл | <i>SEE</i><br>БМТ, кг |         | Качество<br>оценки |
|--------------------|------------------------|-----------------------|---------|--------------------|
| м+ж                | м+ж                    | м                     | ж       |                    |
| 2,0                | 0,0045                 | 2,0-2,5               | 1,5-1,8 | Идеальное          |
| 2,5                | 0,0055                 | 2,5                   | 1,8     | Отличное           |
| 3,0                | 0,0070                 | 3,0                   | 2,3     | Очень хорошее      |
| 3,5                | 0,0080                 | 3,5                   | 2,8     | Хорошее            |
| 4,0                | 0,0090                 | 4,0                   | 3,2     | Довольно хорошее   |
| 4,5                | 0,0100                 | 4,5                   | 3,6     | Удовлетворительное |
| 5,0                | 0,0110                 | >4,5                  | >4,0    | Плохое             |



# Четырёхкомпонентные модели

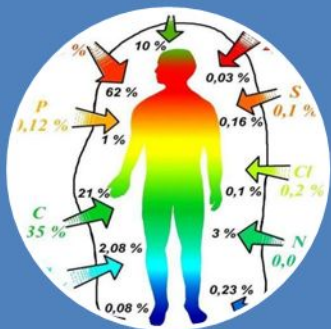
- Одной из первых теоретических моделей состава тела предложенная Й. Матейкой в 1921 году (Matiegka, 1921) модель массы тела рассматривалась в виде суммы масс подкожной жировой ткани вместе с кожей (ПЖТ), скелетных мышц (СММ), скелета (СМ) и массы остатка (МО), содержащего внутренние органы

$$MT = ПЖТ + СММ + СМ + МО$$

$$\begin{aligned} ПЖТ &= 0,065 \times (d/6) \times S, \\ СММ &= 6,5 \times r^2 \times ДТ, \\ СМ &= 1,2 \times Q^2 \times ДТ, \\ МО &= 0,206 \times МТ, \end{aligned}$$

где МТ — масса тела. Величины ПЖТ, СММ, СМ и МТ выражаются в граммах, d — суммарная толщина шести кожно-жировых складок (мм), S — площадь поверхности тела (см<sup>2</sup>), r — средний радиус плеча, предплечья, бедра и голени (см), Q — средний диаметр дистальных частей плеча, предплечья, бедра и голени (см), а ДТ — длина тела (см). Масса подкожной жировой ткани (ПЖТ) составляет половину от общей

# Многокомпонентная модель состава тела



Элементный уровень  
(O, C, P, H, N, Ca, Mg, K, S и др.)



Молекулярный уровень (липиды, вода, белки, углеводы, минеральные вещества)



Клеточный уровень (клеточная масса тела, общая жидкость, клеточная и внеклеточная жидкость)



Тканевый уровень (масса скелетных мышц, жира, скелета, костной ткани, объем крови и т.д.)



# Классификации методов определения состава

- 1) по принципам построения методов (антропометрические, физические, биофизические);
- 2) по условиям их применения (полевые, амбулаторные, клинические и обслуживающие фундаментальные исследования);
- 3) по измеряемым показателям (денситометрия, волюминометрия, гидрометрия и др.).

# Амбулаторные и полевые методы

- Антропометрия
- Калиперометрия
- ИК-отражение
- Одночастотный БИА
- Многочастотный БИА

## Основные характеристики состава тела, оцениваемые с использованием различных методов

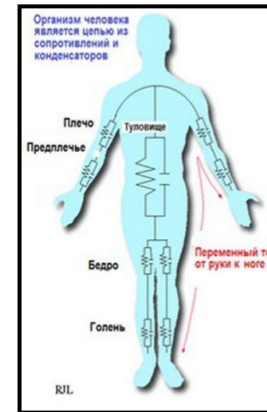
|  | ЖМТ | БМТ | БВО | ВКЖ | КЖ | КМТ | ММТ |
|--|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| <i>Амбулаторные и полевые методы</i>                             |     |     |     |     |    |     |     |
| Антропометрия  | +   | +   |     |     |    |     |     |
| Калиперометрия   | +   | +   |     |     |    |     |     |
| ИК-отражение   | +   | +   |     |     |    |     |     |
| Одночастотный БИА  | +   | +   | +   |     |    | +   | +   |
| Многочастотный БИА   | +   | +   | +   | +   |    | +   | +   |
| <i>Методы, применяемые в клинических и научных исследованиях</i> |     |     |     |     |    |     |     |
| Гидроденситометрия   | +   | +   |     |     |    |     |     |
| Воздушная плетизмо-<br>графия                                    | +   | +   |     |     |    |     |     |
| РКТ, МРТ   | +   | +   |     |     |    |     |     |
| Метод разведения инди-<br>каторов                                |     |     |     | +   | +  | +   |     |
| Рентгеновская денсито-<br>метрия                                 | +   | +   |     |     |    |     | +   |

# Методы, применяемые в клинических и научных исследованиях

- Гидроденситометрия
- Воздушная плетизмография
- РКТ, МРТ
- Метод разведения индикаторов
- Рентгеновская денситометрия

Среди оперативных полевых методов определения состава тела человека наибольшей популярностью в мировой практике пользуются антропометрические методы, а в последние годы с успехом применяется биоимпедансный анализ.

Импедансом ( $Z$ ) называют полное электрическое сопротивление тканей.



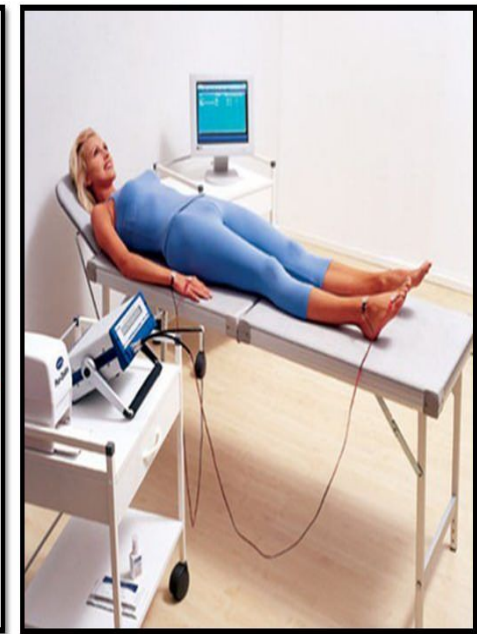
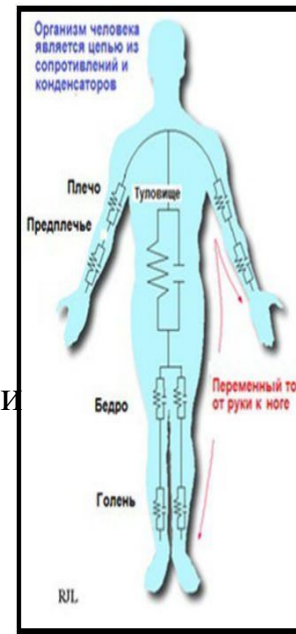
Электрический импеданс биологических объектов измеряют при помощи специальных устройств — биоимпедансных анализаторов.

Существует несколько разновидностей биоимпедансного анализа, которые классифицируются по следующим трём признакам:

- 1) по частоте тока — одночастотные, двухчастотные, многочастотные;
- 2) по объекту измерений — интегральные (объектом измерений служит значительная часть тела), локальные (измеряются отдельные участки тела или регионы), полисегментные (параметры всего организма устанавливаются на основе обработки результатов измерений составляющих его регионов);
- 3) по тактике измерений — одноразовые, эпизодические, мониторинговые.



Удельное сопротивление биологических тканей, определяемое для заданной частоты тока, может существенно изменяться под влиянием физиологических и патофизиологических факторов: почки и лёгкие изменяют электропроводность при различном крове- и воздухонаполнении, мышечные ткани — при различной степени сокращения мышц, кровь и лимфа — при изменении концентрации белков и электролитов. Это позволяет использовать биоимпедансометрию для количественной оценки состояния органов и систем организма для выявления изменений в тканях, вызываемых физическими и другими нагрузками.



Формулы для определения состава тела на основе биоимпедансного анализа обладают свойством популяционной специфичности. Для повышения точности оценок состава тела некоторые формулы наряду с характеристиками импеданса и длины тела содержат дополнительные параметры, такие как пол, возраст, масса тела и этническая принадлежность

# Оценка состава тела

- Критериями оценки служат стандарты телосложения и состава тела спортсменов высокой квалификации (модельные и/или средние значения ведущих спортсменов в избранном виде спорта и спортивной дисциплине).
- Динамика индивидуальных показателей спортсменов.
- Снижение доли жировой массы до 5–6%, а скелетно-мышечной массы в соревновательном периоде — до 46%, нежелательно и чаще свидетельствует о переутомлении атлетов.



# Стандарты телосложения и состава тела спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в некоторых олимпийских видах спорта

## ДЛИНА ТЕЛА

| Спортивная специализация | Мужчины  |           |          |          | Женщины  |           |          |          |
|--------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|                          | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> |
| <b>Длина тела, см</b>    |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Лёгкая атлетика          |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Бег на 100 м             | 53       | 175,1     | 6,2      | 3,6      | 62       | 163,4     | 4,1      | 2,6      |
| Бег на 400 м             | 54       | 177,8     | 4,2      | 2,3      | 32       | 167,4     | 5,7      | 3,4      |
| Бег на 800 м             | 53       | 176,2     | 4,6      | 2,6      | 29       | 162,8     | 4,4      | 2,7      |
| Бег на 1500 м            | 61       | 174,9     | 5,4      | 3,1      | 24       | 162,1     | 4,7      | 2,9      |
| Бег на 3000 м            |          |           |          |          | 13       | 159,7     | 6,9      | 4,3      |
| Бег на 5000 м            | 41       | 171,5     | 4,5      | 2,6      |          |           |          |          |
| Бег на 10000 м           | 41       | 171,5     | 5,4      | 3,2      |          |           |          |          |
| Бег на 100 м с/б         |          |           |          |          | 19       | 167,1     | 4,5      | 2,7      |
| Бег на 110 м с/б         | 28       | 183,2     | 4,6      | 2,7      |          |           |          |          |
| Бег на 400 м с/б         | 21       | 179,3     | 6,6      | 3,8      |          |           |          |          |
| Бег на 3000 м с/п        | 21       | 174,3     | 5,1      | 2,9      |          |           |          |          |
| Спортивная ходьба, 20 км | 57       | 174,5     | 5,0      | 2,9      |          |           |          |          |
| Спортивная ходьба, 50 км | 39       | 173,7     | 4,9      | 2,8      |          |           |          |          |
| Марафон                  | 131      | 169,6     | 5,5      | 3,2      |          |           |          |          |
| Метание диска            | 40       | 188,3     | 5,6      | 3,0      | 40       | 173,7     | 4,8      | 2,7      |
| Метание копья            | 30       | 180,4     | 6,0      | 3,3      | 24       | 166,9     | 4,0      | 2,4      |
| Метание молота           | 34       | 183,6     | 5,9      | 3,2      |          |           |          |          |
| Толкание ядра            | 27       | 186,5     | 4,6      | 2,5      | 25       | 173,1     | 4,9      | 2,9      |

| Спортивная специализация | Мужчины  |           |          |          | Женщины  |           |          |          |
|--------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|                          | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> |
| Прыжки в длину           | 29       | 181,2     | 5,2      | 2,9      | 24       | 164,4     | 3,6      | 2,2      |
| Прыжки в высоту          | 35       | 185,3     | 4,6      | 2,5      | 28       | 171,9     | 4,4      | 2,6      |
| Прыжки с шестом          | 24       | 180,9     | 4,1      | 2,3      |          |           |          |          |
| Тройной прыжок           | 23       | 178,8     | 6,8      | 3,8      |          |           |          |          |
| Десятиборье              | 28       | 184,9     | 5,5      | 3,0      |          |           |          |          |
| Плавание                 |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Вольный стиль, 100 м     | 40       | 180,2     | 5,1      | 2,8      | 30       | 169,1     | 4,8      | 2,8      |
| Вольный стиль, 400 м     | 20       | 174,9     | 4,3      | 2,5      | 30       | 166,7     | 4,9      | 2,9      |
| Вольный стиль, 800 м     |          |           |          |          | 30       | 165,1     | 4,2      | 2,6      |
| Вольный стиль, 1500 м    | 20       | 174,0     | 5,9      | 3,4      |          |           |          |          |
| Дельфин                  | 30       | 175,6     | 4,3      | 2,4      | 34       | 164,1     | 5,7      | 3,5      |
| Брасс                    | 40       | 174,0     | 5,3      | 3,0      | 30       | 166,7     | 4,6      | 2,8      |
| На спине                 | 30       | 182,0     | 4,0      | 2,2      | 30       | 169,1     | 4,6      | 2,7      |
| Комплексное              | 35       | 180,4     | 4,7      | 2,6      | 30       | 166,4     | 4,7      | 2,8      |
| Гребля                   |          |           |          |          |          |           |          |          |
| На байдарках             | 50       | 181,5     | 5,1      | 2,8      | 31       | 167,1     | 5,1      | 3,0      |
| Академическая            | 182      | 186,9     | 4,9      | 2,6      | 194      | 174,9     | 13,3     | 7,5      |
| Коньки                   |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Спринт                   | 42       | 175,2     | 5,0      | 2,9      | 16       | 164,9     | 4,8      | 2,9      |
| Многоборье               | 60       | 176,5     | 6,3      | 3,6      | 50       | 164,9     | 5,5      | 3,3      |
| Баскетбол                |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Центровые                | 38       | 204,0     | 5,1      | 2,5      | 12       | 190,8     | 7,9      | 4,2      |
| Нападающие               | 63       | 196,1     | 3,5      | 1,8      | 43       | 180,3     | 5,0      | 2,8      |
| Защитники                | 75       | 187,2     | 4,9      | 2,6      | 29       | 170,4     | 3,8      | 2,3      |
| Футбол                   |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Вратари                  | 38       | 180,3     | 4,1      | 2,3      |          |           |          |          |
| Защитники                | 115      | 176,4     | 4,5      | 2,5      |          |           |          |          |
| Полузащитники            | 88       | 173,6     | 5,2      | 3,0      |          |           |          |          |
| Нападающие               | 85       | 173,2     | 4,4      | 2,6      |          |           |          |          |
| Лыжи, двоеборье          | 40       | 172,2     | 4,8      | 2,8      |          |           |          |          |
| Лыжи, горные             | 27       | 173,0     | 5,8      | 3,3      | 17       | 161,6     | 3,7      | 2,3      |
| Биатлон                  | 45       | 173,9     | 5,0      | 2,9      |          |           |          |          |
| Лыжи, трамплин           | 39       | 173,0     | 5,2      | 3,0      |          |           |          |          |
| Хоккей с мячом           | 25       | 173,6     | 5,5      | 3,2      |          |           |          |          |
| Хоккей с шайбой          | 64       | 176,8     | 3,7      | 2,1      |          |           |          |          |
| Спортивная гимнастика    |          |           |          |          | 28       | 154,4     | 5,8      | 3,8      |
| Волейбол                 | 15       | 189,6     | 4,0      | 2,1      | 28       | 174,5     | 4,5      | 2,6      |
| Регби                    | 28       | 179,2     | 5,7      | 3,2      |          |           |          |          |
| Водное поло              | 28       | 182,5     | 6,4      | 3,5      |          |           |          |          |
| Стрельба стендовая       |          |           |          |          | 19       | 163,3     | 6,5      | 4,0      |
| Стрельба из лука         |          |           |          |          | 19       | 160,6     | 4,5      | 2,8      |
| Сани                     |          |           |          |          | 11       | 162,6     | 5,4      | 3,3      |

# МАССА ТЕЛА

| Спортивная специализация | Мужчины  |           |          |          | Женщины  |           |          |          |
|--------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|                          | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> |
| <b>Масса тела, кг</b>    |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Лёгкая атлетика          |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Бег на 100 м             | 53       | 77,83     | 6,18     | 8,4      | 62       | 57,78     | 4,62     | 7,99     |
| Бег на 400 м             | 54       | 70,82     | 5,45     | 7,7      | 32       | 57,82     | 5,76     | 9,96     |
| Бег на 800 м             | 53       | 68,64     | 5,66     | 8,3      | 29       | 54,88     | 5,01     | 9,13     |
| Бег на 1500 м            | 61       | 66,91     | 4,95     | 7,4      | 24       | 53,73     | 5,40     | 10,05    |
| Бег на 3000 м            |          |           |          |          | 13       | 52,07     | 5,64     | 10,83    |
| Бег на 5000 м            | 41       | 63,19     | 4,42     | 7,0      |          |           |          |          |
| Бег на 10000 м           | 41       | 62,85     | 5,08     | 8,0      |          |           |          |          |
| Бег на 100 м с/б         |          |           |          |          | 19       | 60,06     | 4,73     | 7,87     |
| Бег на 110 м с/б         | 23       | 77,28     | 5,75     | 7,4      |          |           |          |          |
| Бег на 400 м с/б         | 21       | 73,66     | 6,06     | 8,2      |          |           |          |          |
| Бег на 3000 м с/п        | 21       | 67,82     | 6,45     | 9,5      |          |           |          |          |
| Спортивная ходьба, 20 км | 57       | 69,17     | 5,88     | 8,5      |          |           |          |          |
| Спортивная ходьба, 50 км | 39       | 68,85     | 5,73     | 8,3      |          |           |          |          |
| Марафон                  | 131      | 63,93     | 4,46     | 7,0      |          |           |          |          |
| Метание диска            | 40       | 109,31    | 12,15    | 11,1     | 40       | 83,99     | 8,36     | 9,95     |
| Метание копья            | 30       | 88,50     | 7,54     | 8,5      | 24       | 69,01     | 4,10     | 5,94     |
| Метание молота           | 34       | 104,98    | 11,82    | 11,3     |          |           |          |          |
| Толкание ядра            | 27       | 112,37    | 14,14    | 12,6     | 25       | 90,36     | 9,44     | 10,45    |
| Прыжки в длину           | 29       | 74,83     | 6,24     | 8,3      | 24       | 59,60     | 5,56     | 9,33     |
| Прыжки в высоту          | 35       | 76,17     | 5,95     | 7,8      | 28       | 64,01     | 5,03     | 7,86     |
| Прыжки с шестом          | 24       | 75,84     | 4,17     | 5,5      |          |           |          |          |
| Тройной прыжок           | 23       | 74,48     | 6,78     | 9,1      |          |           |          |          |
| Десятиборье              | 28       | 88,70     | 8,56     | 9,6      |          |           |          |          |
| Плавание                 |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Вольный стиль, 100 м     | 40       | 75,60     | 7,8      | 10,3     | 30       | 61,37     | 5,28     | 8,61     |
| Вольный стиль, 400 м     | 20       | 67,50     | 5,6      | 8,3      | 30       | 58,05     | 5,50     | 9,47     |
| Вольный стиль, 800 м     |          |           |          |          | 30       | 58,22     | 5,93     | 10,19    |
| Вольный стиль, 1500 м    | 20       | 65,20     | 6,8      | 10,4     |          |           |          |          |
| Дельфин                  | 30       | 72,40     | 4,2      | 5,8      | 34       | 59,14     | 5,99     | 10,13    |
| Брасс                    | 40       | 77,10     | 6,3      | 8,2      | 30       | 59,35     | 4,37     | 7,36     |
| На спине                 | 30       | 70,10     | 3,8      | 5,4      | 30       | 60,08     | 4,45     | 7,41     |
| Комплексное              | 35       | 72,90     | 7,3      | 10,0     | 30       | 58,33     | 4,95     | 8,48     |
| Гребля                   |          |           |          |          |          |           |          |          |
| На байдарках             | 50       | 82,15     | 6,31     | 7,7      | 31       | 66,17     | 4,88     | 7,37     |
| Академическая            | 182      | 87,51     | 6,77     | 7,7      | 194      | 78,84     | 6,22     | 7,9      |
| Коньки                   |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Спринт                   | 42       | 75,65     | 6,36     | 8,4      | 16       | 66,14     | 9,55     | 14,43    |
| Многоборье               | 60       | 76,20     | 6,42     | 8,4      | 50       | 63,92     | 5,74     | 8,98     |
| Баскетбол                |          |           |          |          |          |           |          |          |

| Спортивная специализация | Мужчины  |           |          |          | Женщины  |           |          |          |
|--------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|                          | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> |
| Центровые                | 38       | 100,43    | 9,79     | 9,8      | 12       | 86,51     | 15,50    | 17       |
| Нападающие               | 63       | 92,18     | 5,36     | 5,8      | 43       | 76,60     | 6,89     | 8,99     |
| Защитники                | 75       | 84,19     | 5,74     | 6,8      | 29       | 66,30     | 4,87     | 7,35     |
| Футбол                   |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Вратари                  | 38       | 78,98     | 4,89     | 6,2      |          |           |          |          |
| Защитники                | 115      | 74,13     | 5,06     | 6,8      |          |           |          |          |
| Полузащитники            | 88       | 71,66     | 4,31     | 6,0      |          |           |          |          |
| Лыжи, двоеборье          | 40       | 69,4      | 5,1      | 7,3      |          |           |          |          |
| Лыжи, горные             | 27       | 72,6      | 6,9      | 9,5      | 17       | 57,3      | 3,4      | 5,9      |
| Биатлон                  | 45       | 71,9      | 6,3      | 8,7      |          |           |          |          |
| Лыжи, трамплин           | 39       | 67,7      | 5,2      | 7,6      |          |           |          |          |
| Хоккей с мячом           | 25       | 74,8      | 5,5      | 7,3      |          |           |          |          |
| Хоккей с шайбой          | 64       | 82,6      | 5,3      | 6,4      |          |           |          |          |
| Спортивная гимнастика    |          |           |          |          | 28       | 44,6      | 5,8      | 13,1     |
| Волейбол                 | 15       | 87,8      | 6,3      | 7,2      |          |           |          |          |
| Регби                    | 28       | 86,6      | 8,6      | 10,0     |          |           |          |          |
| Водное поло              | 28       | 89,0      | 6,2      | 7,0      |          |           |          |          |
| Стрельба стендовая       |          |           |          |          | 19       | 61,6      | 6,4      | 10,3     |
| Стрельба из лука         |          |           |          |          | 19       | 59,3      | 8,7      | 14,7     |
| Сани                     |          |           |          |          | 11       | 68,6      | 7,2      | 10,5     |



# ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖИРОВОГО КОМПОНЕНТА

| Спортивная специализация | Мужчины  |           |          |          | Женщины  |           |          |          |
|--------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|                          | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> |

## Относительная масса жировых тканей, %

|                          |     |      |     |      |      |      |      |      |
|--------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|
| Лёгкая атлетика          |     |      |     |      |      |      |      |      |
| Бег на 100 м             | 53  | 10,2 | 2,1 | 10,2 | 62   | 17,1 | 3,3  | 19,3 |
| Бег на 400 м             | 54  | 9,6  | 1,7 | 18,0 | 32   | 15,8 | 3,5  | 22,2 |
| Бег на 800 м             | 53  | 9,4  | 1,6 | 16,7 | 29   | 15,9 | 4,6  | 28,9 |
| Бег на 1500 м            | 61  | 9,1  | 2,3 | 24,6 | 24   | 16,1 | 3,6  | 22,1 |
| Бег на 3000 м            |     |      |     |      | 13   | 15,4 | 3,5  | 22,8 |
| Бег на 5000 м            | 41  | 9,3  | 1,6 | 17,6 |      |      |      |      |
| Бег на 10000 м           | 41  | 9,2  | 1,9 | 20,3 |      |      |      |      |
| Бег на 100 м с/б         |     |      |     |      | 19   | 15,5 | 3,4  | 22,2 |
| Бег на 110 м с/б         | 23  | 10,9 | 2,6 | 24,3 |      |      |      |      |
| Бег на 400 м с/б         | 21  | 10,3 | 2,1 | 19,1 |      |      |      |      |
| Бег на 3000 м с/п        | 21  | 9,7  | 2,2 | 22,3 |      |      |      |      |
| Спортивная ходьба, 20 км | 57  | 11,1 | 2,5 | 22,3 |      |      |      |      |
| Спортивная ходьба, 50 км | 39  | 10,5 | 2,4 | 23,1 |      |      |      |      |
| Марафон                  | 131 | 10,5 | 2,4 | 22,6 |      |      |      |      |
| Метание диска            | 40  | 17,3 | 5,6 | 32,4 | 40   | 23,3 | 6,8  | 29,1 |
| Метание копья            | 30  | 13,0 | 3,6 | 27,5 | 24   | 20,2 | 4,7  | 23,0 |
| Метание молота           | 34  | 18,1 | 5,2 | 28,8 |      |      |      |      |
| Толкание ядра            | 27  | 19,2 | 5,9 | 30,9 | 25   | 23,9 | 4,0  | 16,5 |
| Прыжки в длину           | 29  | 10,0 | 1,9 | 24   | 18,2 | 5,2  | 28,4 |      |
| Прыжки в высоту          | 35  | 9,8  | 1,9 | 19,8 | 28   | 16,9 | 4,2  | 24,6 |
| Прыжки с шестом          | 24  | 10,4 | 2,1 | 20,0 |      |      |      |      |
| Тройной прыжок           | 23  | 9,8  | 2,4 | 24,2 |      |      |      |      |
| Десятиборье              | 28  | 9,8  | 2,4 | 24,1 |      |      |      |      |
| Плавание                 |     |      |     |      |      |      |      |      |
| Вольный стиль, 100 м     | 40  | 9,8  | 1,4 | 14,3 | 30   | 19,1 | 3,8  | 19,8 |
| Вольный стиль, 400 м     | 20  | 9,9  | 0,6 | 6,4  | 30   | 19,8 | 3,5  | 17,4 |
| Вольный стиль, 800 м     |     |      |     |      | 30   | 19,5 | 3,5  | 17,9 |
| Вольный стиль, 1500 м    | 20  | 9,3  | 0,9 | 10,0 |      |      |      |      |
| Дельфин                  | 30  | 10,4 | 1,3 | 12,5 | 34   | 19,9 | 2,5  | 12,7 |
| Брасс                    | 40  | 9,4  | 1,2 | 12,8 | 30   | 21,0 | 4,7  | 22,3 |
| На спине                 | 30  | 8,7  | 1,1 | 12,6 | 30   | 20,5 | 3,5  | 16,9 |
| Комплексное              | 35  | 9,0  | 0,8 | 8,7  | 30   | 19,2 | 3,7  | 19,1 |
| Гребля                   |     |      |     |      |      |      |      |      |
| На байдарках             | 50  | 10,8 | 2,5 | 22,8 | 31   | 18,9 | 4,5  | 23,7 |
| Академическая            | 182 | 12,2 | 3,1 | 25,4 | 195  | 20,8 | 4,9  | 23,7 |
| Коньки                   |     |      |     |      |      |      |      |      |
| Спринт                   | 42  | 11,2 | 3,3 | 28,9 | 16   | 18,0 | 4,5  | 24,8 |
| Многоборье               | 60  | 10,7 | 2,2 | 20,1 | 50   | 18,1 | 2,9  | 16,3 |
| Баскетбол                |     |      |     |      |      |      |      |      |

| Спортивная специализация | Мужчины  |           |          |          | Женщины  |           |          |          |
|--------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|                          | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> |
| Центровые                | 38       | 13,7      | 5,8      | 40,8     | 12       | 23,8      | 4,2      | 17,6     |
| Нападающие               | 63       | 12,4      | 2,6      | 21,0     | 43       | 20,8      | 5,1      | 24,6     |
| Защитники                | 75       | 12,4      | 2,8      | 22,5     | 29       | 19,7      | 4,2      | 21,2     |
| Футбол                   |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Вратари                  | 38       | 10,4      | 2,2      | 21,5     |          |           |          |          |
| Защитники                | 115      | 10,2      | 2,1      | 20,7     |          |           |          |          |
| Полузащитники            | 88       | 10,28     | 2,0      | 19,2     |          |           |          |          |
| Нападающие               |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Лыжи, двоеборье          | 40       | 10,0      | 2,6      | 25,5     |          |           |          |          |
| Лыжи, горные             | 27       | 10,9      | 2,1      | 19,1     | 17       | 18,6      | 3,1      | 16,5     |
| Биатлон                  | 45       | 10,3      | 2,4      | 23,2     |          |           |          |          |
| Лыжи, трамплин           | 39       | 10,7      | 1,7      | 15,4     |          |           |          |          |
| Хоккей с мячом           | 25       | 10,8      | 1,7      | 16,0     |          |           |          |          |
| Хоккей с шайбой          | 64       | 13,2      | 3,5      | 26,6     |          |           |          |          |
| Спортивная гимнастика    |          |           |          |          | 28       | 12,1      | 3,9      | 32,6     |
| Волейбол                 | 15       | 11,0      | 2,5      | 22,8     | 28       | 18,5      | 2,9      | 15,8     |
| Регби                    | 28       | 14,6      | 5,0      | 34,0     |          |           |          |          |
| Водное поло              | 28       | 14,7      | 3,1      | 21,3     |          |           |          |          |
| Стрельба стендовая       |          |           |          |          | 19       | 21,3      | 6,5      | 30,3     |
| Стрельба из лука         |          |           |          |          | 19       | 21,3      | 6,5      | 30,3     |
| Сани                     |          |           |          |          | 11       | 25,9      | 5,2      | 20,1     |

# ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЫШЕЧНОГО КОМПОНЕНТА

| Спортивная специализация | Мужчины  |           |          |          | Женщины  |           |          |          |
|--------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|                          | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> |

## Относительная масса скелетных мышц, %

|                          |     |      |     |     |     |      |     |     |
|--------------------------|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| Лёгкая атлетика          |     |      |     |     |     |      |     |     |
| Бег на 100 м             | 53  | 52,2 | 2,6 | 5,0 | 62  | 47,5 | 2,9 | 6,2 |
| Бег на 400 м             | 54  | 51,9 | 2,2 | 4,3 | 32  | 47,5 | 3,3 | 6,9 |
| Бег на 800 м             | 53  | 51,0 | 2,7 | 5,3 | 29  | 46,5 | 3,6 | 7,8 |
| Бег на 1500 м            | 61  | 49,7 | 2,4 | 4,9 | 24  | 45,6 | 2,3 | 5,1 |
| Бег на 3000 м            |     |      |     |     | 13  | 48,4 | 3,8 | 7,9 |
| Бег на 5000 м            | 41  | 48,2 | 2,1 | 4,4 |     |      |     |     |
| Бег на 10000 м           | 41  | 48,9 | 2,6 | 5,2 |     |      |     |     |
| Бег на 100 м с/б         |     |      |     |     | 19  | 48,0 | 3,1 | 6,5 |
| Бег на 110 м с/б         | 23  | 50,6 | 2,3 | 4,6 |     |      |     |     |
| Бег на 400 м с/б         | 21  | 50,9 | 2,4 | 4,6 |     |      |     |     |
| Бег на 3000 м с/п        | 21  | 49,0 | 2,5 | 5,0 |     |      |     |     |
| Спортивная ходьба, 20 км | 57  | 50,2 | 2,7 | 5,4 |     |      |     |     |
| Спортивная ходьба, 50 км | 39  | 51,2 | 2,8 | 5,3 |     |      |     |     |
| Марафон                  | 131 | 48,9 | 3,7 | 7,6 |     |      |     |     |
| Метание диска            | 40  | 50,5 | 3,7 | 7,2 | 40  | 47,4 | 4,1 | 8,7 |
| Метание копья            | 30  | 52,1 | 3,3 | 6,2 | 24  | 47,5 | 3,7 | 7,8 |
| Метание молота           | 34  | 49,7 | 3,1 | 6,2 |     |      |     |     |
| Толкание ядра            | 27  | 49,8 | 3,5 | 7,1 | 25  | 46,1 | 4,5 | 9,7 |
| Прыжки в длину           | 29  | 52,9 | 3,0 | 5,7 | 24  | 47,0 | 3,3 | 7,1 |
| Прыжки в высоту          | 35  | 52,4 | 2,6 | 4,9 | 28  | 46,7 | 3,6 | 7,7 |
| Прыжки с шестом          | 24  | 50,7 | 3,3 | 6,5 |     |      |     |     |
| Тройной прыжок           | 23  | 50,7 | 2,6 | 5,0 |     |      |     |     |
| Десятиборье              | 28  | 54,0 | 2,9 | 5,4 |     |      |     |     |
| Плавание                 |     |      |     |     |     |      |     |     |
| Вольный стиль, 100 м     | 40  | 53,5 | 4,4 | 8,2 | 30  | 46,0 | 2,8 | 6,1 |
| Вольный стиль, 400 м     | 20  | 56,2 | 4,7 | 8,4 | 30  | 47,5 | 2,8 | 5,9 |
| Вольный стиль, 800 м     |     |      |     |     | 30  | 46,3 | 2,4 | 5,2 |
| Вольный стиль, 1500 м    | 20  | 54,3 | 4,9 | 9,0 |     |      |     |     |
| Дельфин                  | 30  | 53,5 | 2,7 | 5,0 | 34  | 46,7 | 3,4 | 7,3 |
| Брасс                    | 40  | 50,2 | 4,4 | 8,8 | 30  | 49,2 | 4,9 | 9,9 |
| На спине                 | 30  | 53,2 | 4,3 | 8,1 | 30  | 47,6 | 2,5 | 5,2 |
| Комплексное              | 35  | 51,9 | 5,1 | 9,8 | 30  | 47,0 | 4,4 | 9,4 |
| Гребля                   |     |      |     |     |     |      |     |     |
| На байдарках             | 50  | 50,1 | 2,4 | 4,8 | 31  | 46,8 | 2,9 | 6,1 |
| Академическая            | 182 | 51,3 | 2,5 | 5,0 | 195 | 47,7 | 2,8 | 5,8 |
| Коньки                   |     |      |     |     |     |      |     |     |
| Спринт                   | 42  | 51,8 | 2,3 | 4,5 | 16  | 48,2 | 2,7 | 5,6 |
| Многоборье               | 60  | 51,5 | 1,8 | 3,6 | 50  | 47,8 | 2,2 | 4,6 |
| Баскетбол                |     |      |     |     |     |      |     |     |

| Спортивная специализация | Мужчины  |           |          |          | Женщины  |           |          |          |
|--------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|                          | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> | <i>n</i> | $\bar{x}$ | $\sigma$ | <i>v</i> |
| Центровые                | 38       | 50,3      | 3,7      | 7,3      | 12       | 45,1      | 2,9      | 6,4      |
| Нападающие               | 63       | 50,9      | 2,9      | 5,6      | 43       | 46,7      | 2,9      | 6,3      |
| Защитники                | 75       | 51,8      | 2,7      | 5,3      | 29       | 46,5      | 2,7      | 5,7      |
| Футбол                   |          |           |          |          |          |           |          |          |
| Вратари                  | 38       | 51,4      | 3,1      | 5,9      |          |           |          |          |
| Защитники                | 115      | 50,9      | 2,2      | 4,3      |          |           |          |          |
| Полузащитники            | 88       | 50,2      | 2,6      | 5,1      |          |           |          |          |
| Нападающие               | 85       | 50,6      | 2,0      | 3,9      |          |           |          |          |
| Лыжи, двоеборье          | 40       | 51,6      | 2,1      | 4,1      |          |           |          |          |
| Лыжи, горные             | 27       | 51,5      | 1,6      | 3,0      | 17       | 47,2      | 2,3      | 4,8      |
| Биатлон                  | 45       | 50,6      | 1,9      | 3,7      |          |           |          |          |
| Лыжи, трамплин           | 39       | 51,5      | 2,4      | 4,7      |          |           |          |          |
| Хоккей с мячом           | 25       | 49,7      | 1,8      | 3,7      |          |           |          |          |
| Хоккей с шайбой          | 64       | 51,9      | 2,3      | 4,4      |          |           |          |          |
| Спортивная гимнастика    |          |           |          |          | 28       | 49,4      | 2,1      | 4,3      |
| Волейбол                 | 15       | 51,7      | 2,2      | 4,2      | 28       | 48,0      | 3,5      | 7,2      |
| Регби                    | 28       | 49,5      | 3,0      | 6,1      |          |           |          |          |
| Водное поло              | 28       | 49,5      | 3,0      | 6,0      |          |           |          |          |
| Стрельба стендовая       |          |           |          |          | 19       | 45,6      | 3,8      | 8,4      |
| Стрельба из лука         |          |           |          |          | 19       | 45,1      | 1,5      | 3,4      |
| Сани                     |          |           |          |          | 11       | 45,9      | 2,9      | 6,3      |

# Динамика индивидуальных показателей

