

УДК 796.011.2

Володимир Михайлов,

кандидат наук з фізичного виховання та спорту
Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського, м. Київ
<https://orcid.org/0000-0002-2517-6016>

Юлія Коростильова,

кандидат наук з фізичного виховання та спорту
Навчально-спортивна база літніх видів
спорту Управління фізичної культури і спорту
Міністерства оборони України, м. Київ
<https://orcid.org/0000-0001-8939-3530>

Віталій Михайлов,

кандидат педагогічних наук, доцент
Навчально-спортивна база літніх видів спорту
Управління фізичної культури і спорту
Міністерства оборони України, м. Київ
<https://orcid.org/0000-0001-7935-7579>

DOI: 10.33099/2617-1775/2022-02/161-174

НОРМА ТА ОПТИМАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ МАСИ ТІЛА, ЩО ОТРИМАНІ З УРАХУВАННЯМ КОНСТИТУЦІЇ СТУДЕНТІВ-КАНДИДАТІВ НА НАВЧАННЯ ЗА ПРОГРАМОЮ ПІДГОТОВКИ ОФІЦЕРІВ ЗАПАСУ

Мета: розробка методики оцінювання реальної маси тіла у чоловіків з урахуванням їхньої конституції тіла. *Методи:* теоретичний аналіз та узагальнення; педагогічний експеримент; антропометрія; метод найменших квадратів; регресійний аналіз. *Матеріал:* за ІМТ – $23,4 \text{ кг/м}^2$ і поправкою на конституцію тіла розраховали оптимальну масу тіла і оцінили її реальні значення у студентів ($n = 142$). *Результати:* якість поправки на конституцію тіла, що отримана за рівнянням регресії, була визначена за коефіцієнтом детермінації і середньою похибкою апроксимації у відсотках. З'ясована різниця між різними способами розрахунку оптимальної маси тіла та її нормами. *Висновки:* поправка оптимальної маси тіла, що враховує конституцію тіла чоловіків, максимально вдало підібрана ($D = 100 \%$) і має високу точність ($\bar{A} = 0,002 \%$). Запропонована формула обчислення оптимальної маси тіла та її норми забезпечує індивідуалізацію оцінювання реальної маси тіла студентів.

Ключові слова: маса і конституція тіла; зріст; норма; студенти; коефіцієнти детермінації і апроксимації.

Постановка проблеми. Підготовка студентської молоді до служби у ЗСУ – необхідна умова адаптації та успішного оволодіння військовими спеціальностями. Морфологічна, функціональна, фізична, психічна підготовки відносяться до важливих напрямів формування майбутнього військового спеціаліста, в який реалізація поставлених завдань передбачає ефективний контроль за всіма її складовими. На теперішній час невіправдано мало приділяється уваги оцінюванню морфологічної складової, зокрема, відповідності маси тіла чоловіків тим вимогам, які дозволяють формувати і успішно виконувати бойові та спеціальні завдання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій встановив, що практика

контролю за реальною масою тіла (*РМТ*) у чоловіків достатньо поширена у різних професіях, в тому числі, і у військових діяльності [15; 16; 18]. У масових обстеженнях для оцінювання *РМТ* людини набув широкого поширення індекс маси тіла (*ІМТ*) Кетле:

$$ІМТ = \frac{\text{маса тіла, кг}}{\text{зріст}^2, \text{ м}}.$$

Для цього індексу більше характерний інтегральний підхід, ніж можливість визначати складові маси тіла людини. Навіть при вираженому статистичному зв'язку *ІМТ*, наприклад, з відсотком жирової тканини ($r = 0,60 \div 0,82$) його результати можуть не співпадати з показниками, що отримані за спеціальною методикою [17]. Тому, оцінювання *РМТ* не обмежується тільки аналізом *ІМТ*, а до нього підключають додаткові показники, зокрема, норму маси тіла [1; 3; 9]. Норма маси тіла має верхню і нижню границі, які отримують у різний спосіб. Наприклад, Г. Л. Апанасенко [1] для середнього (найкращого) рівня соматичного здоров'я чоловіків рекомендує *ІМТ* у межах від 20,1 до 25,0 кг/м². При укладанні норми маси тіла за фіксованими *ІМТ* = 22,1 кг/м² [4] або *ІМТ* = 23,4 кг/м² [3], границі встановлюють за відсотками відхилення від оптимального значення маси тіла (*ОМТ*), котру обчислюють $ОМТ = ІМТ * \text{зріст}^2$ [8; 13]. Підвищує точність оцінювання *РМТ*, якщо *ОМТ* здобута за поправками, що враховують стать, конституцію тіла, вік, вплив на здоров'я, етнічну приналежність, вимоги професійної діяльності [1; 3; 4; 7-9; 12].

Не менш важливим в оцінюванні *РМТ* є точність обчислення поправок *ОМТ*. При фіксованих поправках по мірі віддалення реальних значень конкретної особи від значень поправочних коефіцієнтів їхня точність поступово знижується. Збільшення кількості поправок супроводжується накопичення їхніх похибок, кінцевий вплив яких може переkritи сумарний позитивний вплив розширення факторів, що включені у корекцію *ОМТ*. Запобігає цьому обчислення поправок *ОМТ* за рівняннями регресії. Рівняння регресії забезпечують плавність переходу від фіксованих поправочних коефіцієнтів до індивідуальних показників. Такі рівняння повинні відповідати певним вимогам якості. Якість рівнянь регресії, в першу чергу, встановлюють за їхнім підбором і точністю [2; 5]. Підбір рівнянь регресії визначають за коефіцієнтом детермінації: $D = R^2 * 100\%$. Рівняння регресії буде добре підібране, якщо $D > 80\%$ [2]. Точність рівняння регресії оцінюють за середньою похибкою апроксимації, яку часто подають у відсотках ($\bar{A}\%$). Обчислюють $\bar{A}\%$ за формулою [2; 5; 6; 14]:

$$\bar{A} = \frac{\sum |y - y_x| / y}{n} 100\%,$$

де \sum – знак суми; $|y - y_x|$ – різниця за модулем; y – розрахункові значення, що здобуті за рівнянням регресії; y_x – показник, що одержаний між фактичними (x) і розрахунковими значеннями (y); n – обсяг вибірки.

Точність рівняння регресії вважається високою, якщо $\bar{A} < 5\%$ [5] або $\bar{A} < 5 \div 7\%$ [2; 14]. Для перевірки того, чи отримана точність є достатньою

застосовують додаткові способи її оцінювання [10; 11].

Мета роботи – розроблення методики оцінювання реальної маси тіла чоловіків з урахуванням їхньої конституції тіла.

Завдання дослідження.

1. Визначити точність обчислення *ОМТ* у чоловіків за коефіцієнтами детермінації і середньою похибкою апроксимації у відсотках.

2. Порівняти результати різних норм оцінювання реальної маси тіла студентів.

Матеріал і методи дослідження. Стан проблеми вивчили на основі теоретичного аналізу та узагальнення даних спеціальної літератури. За методом антропометрії встановили масу, зріст і конституцію тіла. У дослідженні прийняли участь студенти 1÷3 курсів віком від 17 до 21 року основного навчального відділення ($n = 142$) Національного університету «Львівська політехніка», які планували навчання за програмою підготовки офіцерів запасу. Значення *ОМТ* студентів одержали за формулою:

$$ОМТ = ІМТ * L^2, \quad (1)$$

де $ІМТ = 23,4 \text{ кг/м}^2$ – оптимальне значення для чоловіків [3]; L^2 – квадрат зросту, м^2 .

Метод найменших квадратів застосували для обчислення поправки *ОМТ*, яка враховує конституцію тіла чоловіків. Поправку отримали за рівнянням лінійної регресії на опорних точках за середнє арифметичними значеннями на границях інтервалів трьох типів конституції тіла [8]:

$$\% = 4,7619x - 90,4762, \quad (2)$$

де x – обвід зап'ястка, см;

Якість поправки на конституцію тіла одержали за $D\%$ і $\bar{A}\%$ відносно опорних точок. Значення опорних точок розглядали як фактичні, а поправок за формулою (2) – як розрахункові. Оскільки різниця між опорними і розрахунковими поправками була дуже малою, то проміжні обчислення виконали точною, яка була значно більшою, ніж у практичних рекомендаціях.

Усі математичні розрахунки проведено у пакетів *MS Excel*.

Виклад основного матеріалу. У попередньому дослідженні було з'ясовано, що формула (2) підібрана максимально вдало ($D = 100\%$), але її точність не була вказана [8]. Проблема полягала у тому, що одна із трьох пар опорних точок мала нульове значення. Вихід був знайдений у розрахунку точності формули (2) на двох крайніх парах опорних точок. Такий підхід виправданий, якщо здобуте рівняння лінійної регресії буде однакоим з формулою (2). Тільки у цьому випадку його $D\%$ і $\bar{A}\%$ можна прийняти за показники якості формули (2).

Графік відсоткової поправки *ОМТ* в залежності від обводу зап'ястка (*ОЗ*) чоловіків, рівняння регресії та його R^2 , що отримані на двох крайніх парах опорних точок представлено на рисунку 1.

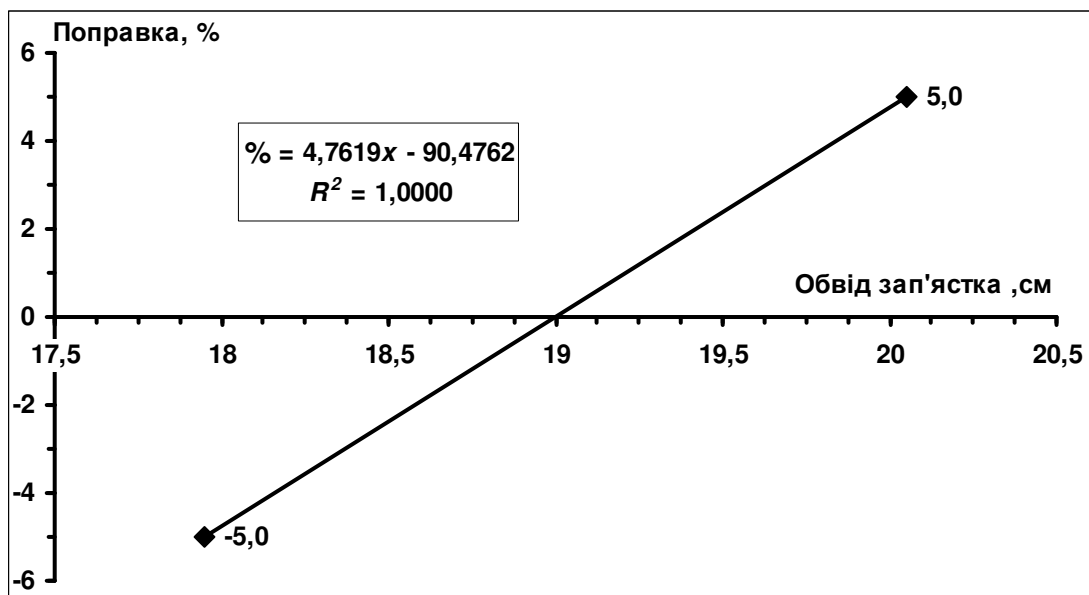


Рис. 1. Відсоткова поправка *ОМТ* в залежності від конституції тіла чоловіків, що отримана на двох крайніх парах опорних точок

Дані, які подані на рисунку 1, засвідчують, що рівняння регресії, яке здобули на двох крайніх парах опорних точок буде однаковим з формулою (2), а саме: $4,7619 \cdot OЗ - 90,4762$. Якість цього рівняння в обраному цифровому форматі характеризується максимально вдалим підбором, позаяк $R^2 = 1,0000$ дає $D = 100\%$.

Отже, формули, котрі розраховані на трьох і на двох парах опорних точок, будуть однакові. Це означає, що точність формули (2), можна обчислити на двох крайніх парах опорних точок (табл.1).

Точність поправок *ОМТ* на конституцію тіла чоловіків за формулою (2)

Таблиця 1

n	Опорні точки		Формула (2),%	$ y-y_x /y$
	<i>ОЗ</i> , см	%		
1	2	3	4	5
1	17,95	-5	-5,000095	0,000019
2	20,05	5	4,999895	0,000021

$$\Sigma = 0,000040$$

У таблиці 1 подано:

- 1-й стовпчик – обсяг вибірки – $n = 2$;
- 2-й стовпчик – обвід зап'ястка;
- 3-й стовпчик – відсоткова поправка *ОМТ*;
- 4-й стовпчик – поправка *ОМТ*, яку отримали за формулою (2);
- 5-й стовпчик – результати обчислення за формулою: $|y-y_x|/y$, а також їхня сума (Σ).

Точність відсоткової поправки *ОМТ* на конституцію тіла чоловіків відносно відсотків опорних точок буде:

$$\bar{A} = \frac{0,00004}{2} 100\% = 0,002\%.$$

Здобуте $\bar{A} = 0,002\%$ засвідчує, що точність поправки маси тіла за формулою (2) практично не відрізняється від максимально можливої, тобто від $\bar{A} = 0\%$.

У дослідженні з'ясовано, що значення $\bar{A}\%$ обумовлено вибором цифрового формату формули (2). Якщо формула (2) буде мати не чотири, а шість знаків після коми: $\% = 4,761905x - 90,476190$, то $\bar{A} = 0,0001\%$. І навпаки, якщо формулу (2) подати з меншою кількістю знаків після коми, то її точність погіршується: при трьох – $\bar{A} = 0,04\%$; при двох – $\bar{A} = 0,08\%$; при одному – $\bar{A} = 14,0\%$.

За зворотнім рівнянням регресії визначили залежність $OЗ$ від відсоткової поправки OMT [8]:

$$OЗ = 0,21x + 19. \quad (3)$$

Щоб одержати значення $OЗ$ потрібно у формулі (3) замість x використати відсоткову поправку OMT . Позаяк для формули (2) отримано $D = 100\%$, то і формула (3) також має такий же підбір.

Точність формули (3) розраховали за $\bar{A}\%$ відносно $OЗ$ опорних точок. Результати обчислення представлені у таблиці 2.

Точність обчислення обводу зап'ястка у чоловіків за формулою (3)

Таблиця 2

n	Опорні точки		Формула (3), %	y-y _x /y
	%	OЗ, см		
1	2	3	4	5
1	-5	17,95	17,9500	0,00E+00
2	0	19,00	19,0000	0,00E+00
3	5	20,05	20,0500	0,00E+00

$$\Sigma = 0,00E+00$$

У таблиці 2 подано:

- 1-й стовпчик – обсяг вибірки – $n = 2$;
- 2-й стовпчик – відсоткова поправка OMT ;
- 3-й стовпчик – обвід зап'ястка;
- 4-й стовпчик – значення $OЗ$, яке отримали за формулою (3);
- 5-й стовпчик – результати обчислення за формулою: $|y-y_x|/y$, а також їхня сума (Σ).

Відхилення розрахункових значень $OЗ$, здобутих за формулою (3), від фактичних $OЗ$ опорних точок буде:

$$\bar{A} = \frac{0}{3} 100\% = 0\%.$$

Отже, результати обчислення підбору ($D = 100\%$) і точності ($\bar{A} = 0\%$) формули (3) засвідчують її максимально високу якість.

За формулою (3) одержали значення $OЗ$ в залежності від відсоткової поправки OMT у чоловіків. Результати розрахунків представлено у таблиці 3.

Значення обводу зап'ястка в залежності від відсоткової поправки *ОМТ* у чоловіків

Таблиця 3

Поправка <i>ОМТ</i> , %	-10	-7	-5	-3	0	3	5	7	10
Обвід зап'ястка, см	16,90	17,53	17,95	18,37	19,00	19,63	20,05	20,47	21,10

З даних таблиці 3 видно, що для поправки -10 % отримуємо $OЗ = 16,9$ см і астеничний тип конституції тіла чоловіків. При $OЗ = 16,9$ см значення *ОМТ* зменшується на 10 % відносно маси тіла, що одержана для $OЗ = 19,0$ см. Якщо поправка буде +10 %, то $OЗ = 21,1$ см, що збільшує *ОМТ* на 10 %, і дає гіперстенічний тип конституції тіла у чоловіків. Відсутність відсоткової поправки відповідає $OЗ = 19,0$ см. У цьому випадку $ОМТ = 23,4 * L^2$, що буде точно посередині нормостенічного типу конституції тіла чоловіків.

У дослідженні для заміни відсотків формули (2) на поправку *ОМТ* у кілограмах запропонована формула:

$$\text{Поправка } ОМТ, кг = (4,7619 * OЗ - 90,4762) * 23,4 * L^2 / 100. \quad (4)$$

Практичне значення формули (4) покажемо на конкретному прикладі. При $OЗ = 16,9$ см і зрості 1,75 м поправка *ОМТ* буде -7,166 кг. Знак перед поправкою вказує на зменшення $ОМТ = 23,4 * 1,75^2 = 71,66$ кг на 7,166 кг, тобто на -10 %. З урахуванням поправки на конституцію тіла $ОМТ = 71,66 - 7,166 = 64,5$ кг. Для зручності розрахунки виконали за формулою:

$$ОМТ = (4,7619 * OЗ - 90,4762) * 23,4 * L^2 / 100 + 23,4 * L^2. \quad (5)$$

Формула (5) дозволяє одержати *ОМТ* навіть у межах одного типу конституції тіла. Розглянемо це на прикладі. Для зросту від 1,50 до 2,0 метрів отримали *ОМТ* для двох крайніх значень $OЗ$ для чоловіків нормостенічного типу конституції тіла, а саме: 18,0 см і 20,0 см. Оптимальну маса тіла, яку обчислили для $OЗ = 18$ см, обрали за мінімальну ($ОМТ_{\min.}$), а для $OЗ = 20,0$ см – за максимальну ($ОМТ_{\max.}$). Здобуті $ОМТ_{\min.}$ і $ОМТ_{\max.}$ представлені у таблиці 4.

ОМТ для обводу зап'ястка 18 і 20 см у чоловіків різного зросту з нормостенічним типом конституції тіла

Таблиця 4

Параметри	Зріст, м										
	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00
$ОМТ_{\min.}$, кг	50,14	53,54	57,05	60,67	64,41	68,25	72,21	76,27	80,45	84,74	89,14
$ОМТ_{\max.}$, кг	55,16	58,90	62,76	66,74	70,85	75,07	79,43	83,90	88,50	93,22	98,06
Різниця, кг	5,01	5,35	5,71	6,07	6,44	6,82	7,22	7,63	8,05	8,47	8,91
Різниця, %	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Дані табл.4 показують, що для різного зросту чоловіків різниця у кілограмах між $ОМТ_{\min.}$ і $ОМТ_{\max.}$ буде неоднакова. Вона найменша (5,01 кг) для зросту 1,50 м,

і найбільша (8,91 кг) – для 2,00 м. Але, якщо її подати не у кілограмах, а у відсотках, то для будь-якого зросту різниця буде однаковою – 10,0 %.

Отже, застосування формули (5) надає можливості для чоловіків з нормостенічним типом конституції тіла одержати мінімальне і максимальне значення OMT , різниця між якими буде 10 %.

Указані границі норми маси тіла записують як $OMT \pm 5\%$. Якщо PMT не виходить за межі $\pm 5\%$, то вона відповідає нормі. Нижню границю норми маси тіла для чоловіків обчислили за формулою: $OMT_{\min.} = OMT - 0,05 * OMT$, а верхню – $OMT_{\max.} = OMT + 0,05 * OMT$.

Отже, норму маси тіла для особи зростом 1,75 м і $O3 = 16,9$ см можна записати: $64,5 \pm 3,2$ кг або від 61,3 до 67,7 кг.

У дослідженні за формулою (5) одержали OMT у студентів 1÷3 курсів навчання і визначили три групи осіб, у яких PMT була менша або більша, або відповідала нормі. Для порівняння аналогічні обчислення виконали також за формулою (1) для середнього рівня соматичного здоров'я чоловіків за вимогами Г. А. Апанасенка [1]. Розподіл PMT студентів на три оціночні групи за вказаними нормами представлено у табл. 5.

Розподіл студентів на три оціночні групи за двома різними нормами оцінювання PMT

Таблиця 5

Оцінка PMT	Формула (1) $IMT = 20,1 \div 25,0$ кг/м ²						Формула (5) $\pm 5\%$					
	курс навчання						курс навчання					
	1		2		3		1		2		3	
	n=42	%	n=50	%	n=50	%	n=42	%	n=50	%	n=50	%
Нижче OMT	17	40,5	19	38,0	12	24,0	10	23,8	7	14,0	8	16,0
OMT	20	47,6	25	50,0	31	62,0	12	28,6	16	32,0	16	32,0
Вище OMT	5	11,9	6	12,0	7	14,0	20	47,6	27	54,0	26	52,0

Дані таблиці 5 показують, що розподіл PMT студентів за нормою, отриманою за формулою (5) $\pm 5\%$, і нормою, яку здобули за формулою (1) для $IMT = 20,1$ кг/м² і $IMT = 25,0$ кг/м², відрізняються між собою у всіх оціночних групах на всіх трьох курсах навчання.

З'ясовано, що вимоги, які визначені за формулою (1) для $IMT = 20,1$ кг/м² і $IMT = 25,0$ кг/м², дають найбільшу кількість студентів, в яких зафіксована норма маси тіла. У відсотках представники цієї групи складають 47÷62 % від загальної чисельності на трьох курсах навчання. За цими вимогами найменшою виявилась група, в якій маса тіла була вище за норму: на 1 курсі – 11,9 %; на 2 курсі – 12,0 %; на 3 курсі – 14,0 %. А от кількість студентів, в яких PMT була нижче за норму, поступово зменшувалась з 40,5 % на 1 курсі до 38,0 % на 2 курсі і 24,0 % на 3 курсі.

Можна сказати, що застосування даної норми фіксують зміни, які у цілому забезпечують позитивний характер динаміки PMT студентів протягом трьох

років проведення занять фізичним вихованням. З цієї точки зору ефективність навчального процесу не викликає ніякої стурбованості.

До зовсім протилежного висновку можна дійти, якщо оцінку розподілу *РМТ* студентів давати за іншою нормою, встановленою за 5 % відхиленням від *ОМТ*, яка отримана за формулою (5). Так, виявлена значна кількість студентів, в яких *РМТ* більше за норму: на 1 курсі – 47,6 % на 2 курсі – 54,0 % на 3 курсі – 52,0 %. А от студентів, в яких *РМТ* відповідала б цій нормі було менше третини від загальної чисельності: 28,6 % на 1 курсі і 32,0 % на 2 і 3 курсах. Ще менший відсоток зафіксований для студентів, в яких *РМТ* була менша за норму: на 1 курсі – 23,8 %; на 2 курсі – 14,0 % на 3 курсі – 16,0 %.

У цілому, застосування норми, в якій врахована конституція тіла студентів, показало недостатній вплив фізичного виховання на регулювання *РМТ* про що свідчить значна кількість осіб з її надлишком.

Причини, які привели до протилежних висновків при оцінюванні *РМТ* студентів, розкриті у попередній роботі [9]. З'ясовано, що за нормою, яка обчислена за формулою (5) $\pm 5\%$, особи з *ІМТ* у межах від 19,8 до 20,4 кг/м², можуть бути віднесені до групи з недостатньою, або з нормою, або з надлишковою масою тіла. Вирішальним у цьому розподілі стала конституція тіла студентів. Причиною тому є накладання діапазонів границь *ІМТ* трьох оціночних груп. Так, студенти з недостатньою масою тіла мають *ІМТ* у межах від 16,5 до 20,4 кг/м²; з нормою маси тіла – 17,9÷22,1 кг/м²; вище норми – 19,8÷28,6 кг/м².

Норму маси тіла, яка враховує конституцію тіла чоловіків, і норму, яка оцінює соматичного здоров'я за вимогами Г. А. Апанасенка, порівняли з вимогами до маси тіла військовослужбовців-чоловіків 17-20 років Сухопутних військ США (СВ США) [18]. Порівняння виконали за показниками максимальної і мінімальної маси тіла для норм оцінювання *РМТ* чоловіків різного зросту.

Значення норми, яка враховує конституцію тіла чоловіків, обчислили за формулою (5) для зросту, що у табл. 5. Нижню границю норми отримали для $OЗ = 15,9$ см, від якої відняли $ОМТ \cdot 0,05$, а верхню границю – для $OЗ = 21,1$ см, до якої додали $ОМТ \cdot 0,05$.

Границі норми для середнього рівня соматичного здоров'я чоловіків розраховали за формулою (1) для зросту, що у табл. 6. Нижню межу норми отримали за $ІМТ = 20,1$ кг/м², а верхню – за 25,0 кг/м².

Мінімальні і максимальні значення маси тіла у військовослужбовців-чоловіків 17-20 років СВ США взяли із готових табличних даних [18].

Мінімальна (min.) і максимальна (max.) маса тіла для трьох різних норм представлені у таблиці 6.

Границі трьох норм оцінювання *РМТ* чоловіків

Таблиця 6

Зріст, м*	Границі норми маси тіла СВ США, кг*		Границі норми маси тіла, кг						
			за формулою (5) $\pm 5\%$				за формулою (1)		
			ОЗ, см					ІМТ кг/м ²	
			15,9	16,9	18,0	20,0	21,1	20,1	25,0
	min.	max.	min.	min.	min.	max.	max.	min.	max.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Закінчення табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,524	44,0	59,9	44,0	46,5	49,2	59,8	62,8	46,7	58,1
1,549	45,4	61,7	45,5	48,0	50,8	61,8	64,8	48,2	60,0
1,575	47,2	64,0	47,0	49,6	52,5	63,9	67,0	49,9	62,0
1,600	48,5	65,8	48,5	51,2	54,2	65,9	69,2	51,5	64,0
1,626	49,9	68,0	50,1	52,9	56,0	68,1	71,5	53,1	66,1
1,651	51,7	70,3	51,6	54,5	57,7	70,2	73,7	54,8	68,1
1,676	53,1	72,6	53,2	56,2	59,5	72,3	75,9	56,5	70,2
1,702	54,9	74,8	54,9	58,0	61,3	74,6	78,3	58,2	72,4
1,727	56,7	77,1	56,5	59,7	63,1	76,8	80,6	59,9	74,6
1,753	58,1	79,4	58,2	61,5	65,1	79,1	83,1	61,8	76,8
1,778	59,9	81,6	59,9	63,2	41,1	81,4	85,4	63,5	79,0
1,803	61,7	83,9	61,6	65,0	68,8	83,7	87,9	65,3	81,3
1,829	63,5	86,2	63,4	66,9	70,8	86,1	90,4	67,2	83,6
1,854	65,3	88,5	65,1	68,8	72,8	88,5	92,9	69,1	85,9
1,880	67,1	91,2	67,0	70,7	74,8	91,0	95,5	71,0	88,4
1,905	68,9	93,4	68,8	72,6	76,8	93,4	98,1	72,9	90,7
1,930	70,8	96,2	70,6	74,5	78,9	95,9	100,7	74,9	93,1
1,956	72,6	98,9	72,5	76,5	81,0	98,5	103,4	76,9	95,6
1,981	74,4	101,2	74,4	78,5	83,1	101,0	106,1	78,9	98,1
2,007	76,2	103,9	76,3	80,6	85,3	103,7	108,9	81,0	100,7
2,032	78,5	106,1	78,2	82,6	87,4	106,3	111,6	83,0	103,2

Примітка*. Табличні дані переведені з англійської системи мір у метричну систему

Аналіз даних таблиці 6 показує, що нижня границя норми маси тіла для астеників (min.), в яких $OZ = 15,9$ см (виділено напівжирним шрифтом), добре узгоджується з мінімальними вимогами (min.) для військовослужбовців-чоловіків 17-20 років СВ США. Нижня границя цієї норми відрізняється від вимог СВ США у межах від 0,2 кг до -0,3 кг і буде в середньому менша на 0,05 кг або на 0,07 %. Верхня границя норми для нормостеніків (виділено напівжирним шрифтом) в яких $OZ = 20,0$ см (max.), відрізняється від вимог СВ США у межах від 0,2 до -0,4 кг і у середньому менша на 0,15 кг або на 0,18 %.

Граничні значення маси тіла для середнього рівня соматичного здоров'я чоловіків, що визначені за $IMT 20,1$ кг/м² і $25,0$ кг/м², дають більшу різницю відносно вимог для військовослужбовців-чоловіків 17÷20 років СВ США. Нижня границя норми не дотягує до вимог СВ США від 2,7 до 4,8 кг при середньому значенні 3,62 кг або 6,0 %, а верхня – від 1,8 до 3,2 кг при недоборі маси тіла в середньому 2,50 кг або 3,0 %.

Різниця між мінімальною масою тіла для норми, котра обчислена за формулою (5) ± 5 % і $OZ = 15,9$ см (min.), відносно норми, яку одержали за формулою (1) і $IMT = 20,1$ кг/м², була практично такою ж як і для військовослужбовців СВ США. Для зросту 1,524 м вона була менша на 2,7 кг, а для зросту 2,032 м – більша на 4,8 кг. У середньому недобір маси тіла для нижньої границі норми, встановленої для соматичного здоров'я чоловіків, був 3,67 кг або 6,1 %.

Різниця між максимальною масою тіла для норми, що обчислена за

формулою (5) $\pm 5\%$ і $O3 = 20,0$ см (max.), відносно норми, що отримали для $IMT = 25,0$ кг/м², була практично такою ж як і для військовослужбовців СВ США. Для зросту 1,524 м вона була мінімальна – 1,7 кг, а для зросту 2,032 м – максимальна – 3,1 кг. У середньому недобір маси тіла для верхньої границі норми, встановленої для соматичного здоров'я чоловіків, був 2,36 кг або 2,9%.

Отже, вимогам до маси тіла військовослужбовців-чоловіків СВ США краще відповідають границі норми, що визначені з урахуванням конституції тіла чоловіків, які мають $O3 = 15,9$ см (min.) і $O3 = 20,0$ см (max.), ніж норми, які обчислені за $IMT = 20,1$ кг/м² і $IMT = 25,0$ кг/м².

Подальше порівняння показало, що нижня границя норми маси тіла, яка отримана за $IMT = 20,1$ кг/м², незначно більша від нижньої границі норми для астеників, які мають $O3 = 16,9$ см (min.). Різниця залежить від зросту чоловіків і змінюється від 0,2 кг (зріст 1,524 м) до 0,4 кг (зріст 2,032 м) і в середньому більша на 0,30 кг. Але якщо різницю подати у відсотках, то для кожного зросту норма маси тіла, яку здобуто за формулою (1) і $IMT = 20,1$ кг/м², буде більша на 0,46%.

Важливо підкреслити, що у гіперстеніків, в яких $O3 = 21,1$ см, верхня границя норми (max.) виходить за верхні межі двох інших норм оцінювання маси тіла у чоловіків різного зросту. Це означає, що верхні і нижні значення норми, які отримані за формулою (5) $\pm 5\%$, по-перше, охоплюють більш широкий контингент за рахунок включення всіх трьох типів конституції тіла чоловіків, а, по-друге, забезпечують подальше удосконалення системи оцінювання PMT у напрямку її індивідуалізації. Підтверджує цей висновок порівняння цієї норми з вимогами до маси тіла військовослужбовців-чоловіків 17÷20 років СВ США (рис. 2).

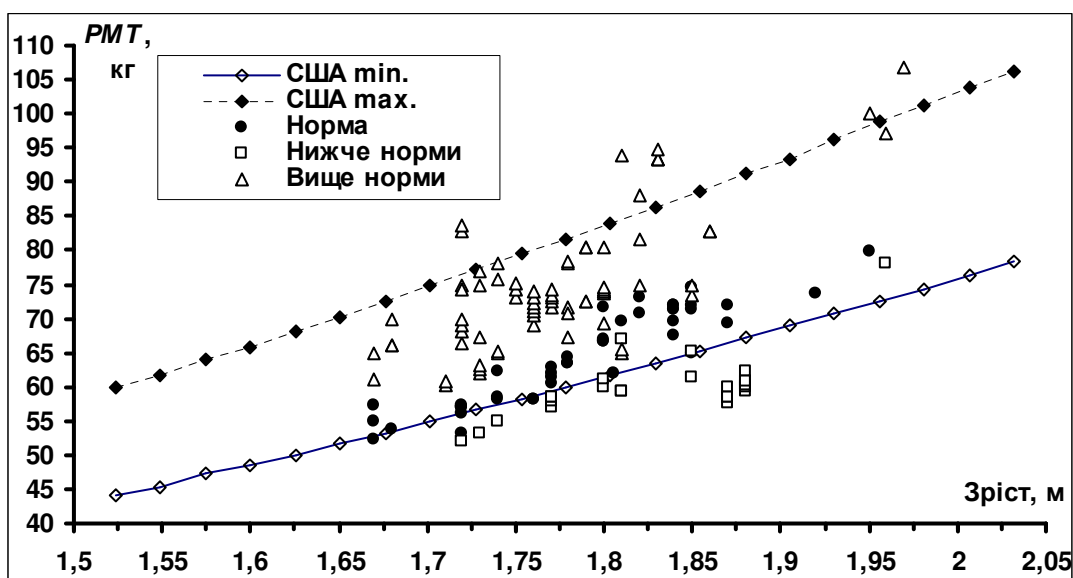


Рис. 2. Розподіл студентів за різними нормами оцінювання PMT

На рисунку 2 представлений розподіл студентів на три групи за відповідністю їхньої PMT вимогам норми, яка здобута за формулою (5) $\pm 5\%$. Темними колами позначені студенти, в яких PMT була у межах норми ($n = 44$);

світлими квадратами – особи, в яких *РМТ* була нижче за норму ($n = 25$); світлими трикутниками – більше за норму ($n = 73$). Аналіз показує, що серед тих студентів, в яких *РМТ* відповідає вимогам СВ США, у 3 осіб був недобір маси тіла, а у 63 – вона була зайвою. Крім того, поза межами вимог СВ США опинилось 5 студентів-астеніків з нормою маси тіла, в котрих *ОЗ* був від 14,4 до 15,7 см.

Отже, оцінювання за нормою, що передбачає поправку маси тіла на конституцію тіла студентів, має очевидну перевагу, щодо виявлення осіб, в яких *РМТ* не відповідає нормі. Це дозволяє своєчасно відреагувати і прийняти необхідні заходи для її досягнення. Певної переконливості у стимуляції необхідних змін додає орієнтація на індивідуальні показники зросту і конституції тіла студентів, що не завжди можна забезпечити вимогами відповідних таблиць.

Висновки:

1. Для обчислення оптимальної маси тіла у чоловіків різного зросту і різною конституцією тіла укладена формула:

$$ОМТ = (4,7619 * ОЗ - 90,4762) * 23,4 * L^2 / 100 + 23,4 * L^2 .$$

Цифровий формат формули має дуже вдалий підбір ($D = 100\%$) і високу точність ($\bar{A} = 0,002\%$), яка фактично не відрізняється від максимально можливої. Практичне застосування формули забезпечує диференційований підхід до обчислення оптимальної маси тіла у межах будь-якого типу конституції тіла і зросту чоловіків.

2. Норми, що враховують тип конституції тіла, добре узгоджуються з вимогами до маси тіла військовослужбовців-чоловіків 17÷20 років Сухопутних військ США. Нижня границя норми, яка отримана для $ОЗ = 15,9$ см характеризується масою тіла, яка в середньому буде менше на 0,05 кг або на 0,07 %, а верхня – менше на 0,15 кг або на 0,18 %.

Запропонована формула, в якій оптимальна маса тіла обчислена з поправкою на конституцію тіла, дозволяє з'ясувати відповідність реальної маси тіла студентів критеріям норми навіть у межах вимог, що пред'явлені до маси тіла військовослужбовців-чоловіків 17÷20 років Сухопутних військ США і представляє собою логічним продовженням індивідуалізації норм оцінювання за індексом маси тіла.

У подальших дослідженнях планується встановити за рівнянням регресії точність обчислення оптимальної маси тіла у чоловіків різного зросту, конституції і віку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Апанасенко, Г. Л., Науменко, Р. Г. (1988). Соматическое здоровье и максимальная аэробная способность индивида. Теория и практика физической культуры, 4, 29-31.
2. Базака, Л. Н., Разинков, А. И. (2015). Статистическая обработка данных в среде пакетов Statistica, EViews и MS Excel : метод. указания по выполнению лабораторных работ. Пинск: Полес ГУ.
3. Заневський, І. П. (2011). Точність шкал оцінювання рівня фізичного здоров'я. Частина 1. Інтер- та екстраполяція шкали оцінювання. Фізична активність, здоров'я і спорт, 2(4), 8–19.
4. Кромер, В. В. (2011). О формуле расчета идеального веса, индексах массы тела и

сопутствующие вопросы. Проблемы и перспективы современной науки. Матер. IV Международной телеконференции: «Фундаментальные науки и практика», Т.3(1), Томск, 19 с.

5. Лещинський, О. Л., Рязанцева, В. В., Юнькова, О. О., Юртин, І. І. (2009). Практикум з економетрії: навч. посіб. К. : ДП «Вид. дім «Персонал», 94. ISBN 978-966-608-841-6

6. Малова, Н. Н. (2017). Об одном подходе к расчету средней ошибки аппроксимации регрессионных моделей. Международный технико-экономический журнал, 5, 54–57.

7. Мартиросов, Э. Г., Николаев, Д. В., Руднев, С. Г. (2006). Технологии и методы определения состава тела. М. Наука, 248.

8. Михайлов, Вол. В., Коростильова, Ю. С., Михайлов, Віт. В. (2013). Оптимальні показники норми маси тіла у жінок і чоловіків. Сучасний соціокультурний простір : зб. наук. пр. X Міжн. Інтернет наук.-практ. конф. Ч.2. К., 65-73.

9. Михайлов, Віт. В., Михайлов, Вол. В., Коростильова, Ю. С. (2016). Морфофункціональна підготовленість за оцінкою маси тіла та ЧСС студентів ВНЗ. Сучасні технології в сфері фізичного виховання і спорту та валеології : Збірник наук. праць X Міжн. Інтернет наук.-метод. конф. Вип. 10 : Національна академія Національної гвардії України, 202-216.

10. Михайлов, Віт. В., Михайлов, Вол. В., Коростильова, Ю. С. (2020). Точність шкал оцінювання результатів у тестових вправах за рівняннями лінійної регресії і за рівнями фізичної підготовленості студентів закладів вищої освіти. Спортивні ігри, 4 (18), 44-59. doi: 10.15391/si.2020-4.05.

11. Михайлов, Вол. В., Коростильова, Ю. С., Михайлов, Віт. В. (2022). Точність оцінювання фізичної підготовленості студенток закладів вищої освіти. Спортивні ігри, 3 (25), 97-112. doi: 10.15391/si.2022-3.09.

12. Неведомська, Е. О. (2018). Фізіологія людини : навч. посіб. для практ. і самот. Робіт для студентів вищих навчальних закладів. – К : Київський ун-т ім. Бориса Грінченка.

13. Павлова, Ю., Приступа, Е., Тулайдан, В. (2011). Рівень соматичного здоров'я сучасної молоді (на прикладі студентів Ужгородського національного університету). Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. вих. і спорту. Л. : ЛДУФК, Вип. 15 – Т.4., 91-99.

14. Рогачев, А. Ф., Мелихова, Е. В. (2014), Эконометрика. Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГТУ.

15. Murthy, S. (2009). The Official British Army Fitness Guide – Great Britain : Ministry of Defence (Army) – 176 p. ISBN 9780852651186.

16. Petrachkov, O., Yarmak, O. (2021). // Proceedings Book of CISM International Symposium. – Ancient Olympia, Greece. – P. 129.

17. Smally, K. J., Kendrick, Z. V., Colliver, J. (1990). Reassessment of body mass indices. American Journal of Clinical Nutrition 52(3):405-8 https://www.researchgate.net/publication/20763096_Reassessment_of_body_mass_indices

18. Stewart, Smith (2019). U.S. Army Weight Charts. Weight charts and body fat percentages for male and female soldiers.

REFERENCES

1. Apanasenko, H. L., Naumenko, R. H. (1988). Somaticheskoe zdorove y maksimalnaia aerobnaia sposobnost indyvyda. Teoryia y praktyka fizycheskoi kultury, 4, 29-31.

2. Bazaka, L. N., Razynkov, A. Y. (2015). Statystycheskaia obrabotka dannykh v srede paketov Statistica, EViews y MS Excel : metod. ukazaniya po vypolneniyu laboratornykh rabot. Pynsk: Poles HU.

3. Zanevskiy, I. P. (2011). Tochnist shkal otsiniuvannia rivnia fizychnoho zdorovia. Part 1. Inter- ta ekstrakpoliatsiia shkaly otsiniuvannia. Fizychna aktyvnist, zdorovia i sport, 2(4), 8–19.

4. Kromer, V. V. (2011). O formule rascheta idealnogo vesa, indeksakh massy tela i soputstvuiushchye voprosy. Problemy y perspektyvy sovremennoi nauky. Mater. IV Mezhdunarodnoi telekonferentsyy: «Fundamentalnye nauki y praktyka», Т.3(1), Томск, 19 p.

5. Leshchynskiy, O. L., Riazantseva, V. V., Yunkova, O. O., Yurtyan, I. I. (2009). Praktikum z ekonometrii: navch. posib. K. : DP «Vyd. dim «Personal», 94. ISBN 978-966-608-841-6

6. Malova, N. N. (2017). Ob odnom podkhode k raschetu srednei oshybky approksymatsyy rehressyonnykh modelei. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomycheskyi zhurnal*, 5, 54–57.
7. Martyrosov, E. H., Nykolaev, D. V., Rudnev, S. H. (2006). *Tekhnolohyi y metody opredeleniya sostava tela*. M. Nauka, 248.
8. Mykhaylov, Vol. V., Korostylova, Yu. S., Mykhaylov, Vit. V. (2013). Optymalni pokaznyky normy masy tila u zhinok i cholovikiv. *Suchasnyi sotsiokulturnyi prostir : Zbirnyk nauk. prats Kh Mizhn. Internet nauk.-prakt. konf. Ch.2. K.*, 65-73.
9. Mykhaylov, Vit. V., Mykhaylov, Vol. V., Korostylova, Yu. S. (2016). Morfofunktsionalna pidhotovlenist za otsinkoiu masy tila ta ChSS studentiv VNZ. *Suchasni tekhnolohii v sferi fizychnoho vykhovannia i sportu ta valeolohii : Zbirnyk nauk. prats Kh Mizhn. Internet nauk.-metod. konf. Vyp. 10 : Natsionalna akademiia Natsionalnoi hvardii Ukrainy*, 202-216.
10. Mykhaylov, Vit. V., Mykhaylov, Vol. V., Korostylova, Yu. S. (2020). Tochnist shkal otsiniuvannia rezultativ u testovykh vpravakh za rivnianniamy liniinoi rehresii i za rivniamy fizychnoi pidhotovlenosti studentiv zakladiv vyshchoi osvity. *Sportyvni ihry*, 4 (18), 44-59. doi: 10.15391/si.2020-4.05.
11. Mykhaylov, Vol. V., Korostylova, Yu. S., Mykhaylov, Vit. V. (2022). Tochnist otsiniuvannia fizychnoi pidhotovlenosti studentok zakladiv vyshchoi osvity. *Sportyvni ihry*, 3 (25), 97-112. doi: 10.15391/si.2022-3.09.
12. Nevedomska, E. O. (2018). *Fiziolohiia liudyny : navch. posib. dlia prakt. i samost. Robit dlia studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv. – K : Kyivskiy un-t im. Borysa Hrinchenka*.
13. Pavlova, Yu., Prystupa, E., Tulaidan, V. (2011). Riven somatychnoho zdorovia suchasnoi molodi (na prykladi studentiv Uzhhorodskoho natsionalnogo universytetu. *Moloda sportyvna nauka Ukrainy : zbirn. nauk. prats z haluzi fiz. vykhovannia i sportu*. Lviv : LDUFK, Vyp.15 – T.4., 91-99.
14. Rohachev, A. F., Melykhova, E. V. (2014), *Ekonometryka*. Volhohrad: FHBOU VPO Volhohradskiy HTU.
15. Murthy, S. (2009). *The Official British Army Fitness Guide – Great Britain : Ministry of Defence (Army) – 176 p. ISBN 9780852651186*.
16. Petrachkov O., Yarmak O. (2021). // *Proceedings Book of CISM International Symposium. – Ancient Olympia, Greece. – P. 129*.
17. Smailly, K. J., Kendrick, Z. V., Colliver, J. (1990). Reassessment of body mass indices. *American Journal of Clinical Nutrition* 52(3):405-8 https://www.researchgate.net/publication/20763096_Reassessment_of_body_mass_indices
18. Stewart, Smith (2019). *U.S. Army Weight Charts. Weight charts and body fat percentages for male and female soldiers*.

SUMMARY

Volodymyr Mykhailov,

PhD in Physical Education and Sports
The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy

Yuliia Korostylova,

PhD in Physical Education and Sports
Educational and Sports Base of Summer Sports
Department of Physical Culture and Sports
Ministry of Defence of Ukraine

Vitalii Mykhailov,

PhD in Pedagogics, docent
Educational and Sports Base of Summer Sports
Department of Physical Culture and Sports
Ministry of Defence of Ukraine

The norm and optimal value of body weight, which are obtained by body constitution of students who are candidates for reserve commissioned officers course

The purpose of the study was to develop a methodology for assessing male real body weight taking into account their body constitution. The research methods were as follows: theoretical analysis and generalization; pedagogical experiment; anthropometry; method of least squares; regression analysis. Material. The optimal students' body weight was calculated and its real values were estimated based on BMI – 23.4 kg/m² and body constitution coefficient (n = 142). Results. The quality of the body constitution coefficient, which was obtained by the regression equation, was determined by the coefficient of determination and the average error of approximation in percent. The differences between various methods of calculating of optimal body weight and its norms has been clarified. Conclusions. The correction of the optimal body weight, which takes into account the body constitution of men, is most successfully selected (D = 100%) and has a high accuracy ($\bar{A} = 0.002\%$). The proposed formula for calculating the optimal body weight and its norm ensures individualization of the assessment of the real body weight of male students.

Keywords: *body mass; body constitution; height; norm; students; coefficients of determination and approximation.*