

## Точність оцінювання фізичної підготовленості студенток закладів вищої освіти

Михайлов Вол.<sup>1</sup>, Коростильова Ю.<sup>2</sup>, Михайлов Віт.<sup>2</sup><sup>1</sup>Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського<sup>2</sup>Навчально-спортивна база літніх видів спорту МОУ

**Анотація.** У дослідженні уклали і порівняли точність шкал оцінювання результатів у тестових вправах двох різних способів нарахування балів. Мета: підвищення точності оцінювання фізичної підготовленості студенток. Методи: теоретичний аналіз та узагальнення; педагогічне тестування; метод лінійної інтерполяції; метод найменших квадратів; метод аналізу графіків; кореляційний і регресійний аналіз. Матеріал: якість шкал визначили за коефіцієнтами детермінації і середніми похибками апроксимації у відсотках. Ці показники отримали для параметрів шкал «результат-оцінка» і «оцінка-оцінка», а також для оцінювання фізичної підготовленості студенток 1-3 курсів (n=116). Результати: з'ясовано, що шкали чотирьох тестових вправ, в яких бали нараховані за рівняннями лінійної регресії, мають достатню точність і в середньому на  $0,41 \pm 0,30$  бали або на 15,6 % вище оцінюють фізичну підготовленість студенток, ніж шкали, які укладені за рівнями підготовки. Висновки: шкали, в яких бали виставлені за рівняннями лінійної регресії, були краще підібрані ( $D=99,70-100,00$  %) і показали високу точність оцінювання ( $\bar{A}=0,00-1,01$  %). На протилежність цьому, шкали, в яких бали нараховані за рівнями підготовленості, при  $D=92,92-94,70$  % і  $\bar{A}=12,29-13,62$  % оцінювали фізичну підготовленість студенток недостатньо точно ( $\bar{A}=7,74$  %). Встановлено, що за рівнянням множинної регресії можна визначити точність шкал, які оцінюють результати двома різними способами нарахування балів. Оцінки фізичної підготовленості студенток, що обчислені за рівнянням множинної регресії, співпадали з оцінками рівнянь лінійної регресії, на яких ці формули були отримані, з точністю до третього-другого знаку після коми. Рівняння множинної регресії, яке укладено за рівнями підготовленості, виставляє в середньому на  $0,60 \pm 0,38$  бали менше, ніж рівняння лінійної регресії.

**Ключові слова:** фізичне виховання; фізична підготовленість; рівні підготовленості; шкали оцінювання; студентки; рівняння лінійної і множинної регресії; коефіцієнти детермінації й апроксимації.

**Вступ.** Фізичну підготовленість студенток закладів вищої освіти (ЗВО) у більшості досліджень оцінюють за гетерогенними комплексами вправ, придатність яких попередньо доведена спеціальною метрологічною експертизою. Такі комплекси скеровані на вивчення різних рухових можливостей, а призначені для цього фізичні вправи відповідають вимогами інформативності та надійності (Зациорский (Eds.), 1979; Начинская, 2012; Кравченко, et al., 2015). У гетерогенних комплексах результати тестування переважно оцінюють за рівнями підготовленості, в яких граничні значення представлені нормативними

вимогами. При масових обстеженнях такий спосіб забезпечує високу швидкість оцінювання, але точність при цьому знижується, оскільки бали виставляють не за показаним результатом, а за рівнем підготовленості, у межах якого ці результати перебувають. Похибка у шкалах, укладених за таким способом нарахування балів, дорівнює половині оцінки рівня підготовленості (Заневський, 2011), а середній бал буде нижчим від оцінок, отриманих за рівняннями регресії (Михайлов, et al., 2020). Зменшенню похибок сприяє застосування шкал, що нараховують бали за рівняннями регресії. Такі шкали укладаються на опорних точках, отриманих за середне арифметичними (далі середніми) значеннями суміжних рівнів підготовки,

граничні значення яких представлені нормативними вимогами фізичної вправи, що обрані для комплексного оцінювання (Заневський, 2011; Михайлов, et al, 2015, 2019, 2020). Отримані у такий спосіб рівняння регресії повинні бути перевірені на їхню придатність, яку визначають першочергово за їхнім підбором і точністю (Лещинський, & Юнькової (Ed), 2009; Рогачов & Мелихова, 2014; Базака et al, 2015; Малова, 2017). Підбір рівнянь регресії встановлюють за коефіцієнтом детермінації ( $D$  %), а точність – за середньою похибкою апроксимації у відсотках ( $\bar{A}$  %). Коефіцієнт детермінації обчислюють за формулою  $D=R^2 \times 100\%$ . Підбір рівнянь регресії вважається добрим, якщо  $D > 80$  % (Базака & Разинков, 2015). Оцінювання фізичної підготовленості студентів-чоловіків за рівняннями лінійної регресії (Михайлов, et al, 2020) засвідчує, що шкали, в яких оцінки виставлені за рівняннями лінійної регресії є більш вдалим ( $D=99,93-100$  %), ніж за рівняннями підготовленості ( $D=93,81-94,05$  %).

Точність рівнянь лінійної регресії визначають за наближенням розрахованих значень до фактичних. Для цього може бути використана формула (Рогачов, et al, 2014; Малова, 2017):

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

де:  $\sum$  – знак суми;

$|y - y_x|$  – модуль різниці, який у MS Excel обчислюють за формулою:  $=ABS(y - y_x)$  ;

$y$  – фактичні значення (оцінки);

$y_x$  – значення (оцінки), що розраховані за рівнянням регресії;

$n$  – обсяг вибірки.

При визначенні фізичної підготовленості студентів-чоловіків за рівняннями регресії з'ясовано, що шкали, в яких бали отримані за рівняннями лінійної регресії (Михайлов et al, 2020), мають точність ( $\bar{A}=0,09-0,53$  %), яка значно краща від оцінювання за рівняннями підготовленості ( $\bar{A}=12,08-13,08$  %). При цьому точність оцінювання за рівняннями лінійної регресії була значно краще від межі високої точності ( $\bar{A}=5$  %) (Лещинський et al, 2009), а оцінювання за рівняннями підготовленості

не виходило за межі критично допустимого значення –  $\bar{A}=15$  % (Рогачов et al, 2014).

Отже, за показниками  $D$  % і  $\bar{A}$  % можна порівняти різні шкали і визначити кращий спосіб нарахування балів. Разом з тим, рекомендовані спеціальною літературою критерії підбору рівнянь регресії або їхньої точності не дають відповіді на те, чи досягнуто необхідного рівня, який забезпечує придатність цих шкал до оцінювання фізичної підготовленості студентської молоді.

Розроблення критеріїв придатності шкал нарахування балів буде сприяти кращому оцінюванню фізичної підготовленості студенток ЗВО.

**Мета дослідження** – підвищення точності оцінювання фізичної підготовленості студенток.

**Завдання дослідження.**

1. Запропонувати критерії якості шкал нарахування балів у тестових вправах з фізичної підготовки.

2. Визначити точність оцінювання фізичної підготовленості студенток за шкалами, що укладені за рівняннями лінійної регресії і за рівняннями підготовки.

**Матеріал і методи дослідження.**

Методи: теоретичний аналіз та узагальнення; тестування; метод лінійної інтерполяції; метод найменших квадратів; метод аналізу графіків; кореляційний і регресійний аналіз.

Фізичну підготовленість студенток ЗВО встановили за методом тестування (Михайлов et al, 2015). Оцінювання результатів у тестових вправах виконали за методом лінійної інтерполяції (Кветний (Ed) et al, 2012). Результати у тестових вправах оцінили за 5-ти бальними шкалами, які уклали для двох способів нарахування балів: за рівняннями лінійної регресії і за рівняннями фізичної підготовленості. Рівняння лінійної регресії отримали на опорних точках за методом найменших квадратів (Заневський, 2011; Михайлов et al, 2015, 2019). Формули рівнянь лінійної регресії, їхній підбір і точність оцінювання опорних точок подані у табл. 1.

**Якість рівнянь лінійної регресії, призначених для оцінювання фізичної підготовленості студенток ЗВО**

Тестові вправи	Оцінка за рівняннями лінійної регресії, бали	Якість оцінювання опорних точок	
		D %	$\bar{A}$ %
Стрибок у довжину з місця, м	$Бали_{стриб.} = 8,1269x - 11,9737$	99,96	0,73
Вис на зігнутих руках, с	$Бали_{вис} = 0,25x - 0,25$	100,00	0,00
Човниковий біг 4X9 м, с	$Бали_{човн.} = -2,1267x + 26,5$	99,95	0,79
Підйом тулуба в сід за 1 хв., разів	$Бали_{сід} = 0,2149x - 5,0321$	99,93	0,32

За представленими у табл. 1 формулами рівнянь лінійної регресії уклали шкали оцінювання від 1 до 5 балів. Якість шкал отримали за значеннями D % і  $\bar{A}$  %, які здобули за параметрами шкали «результат-оцінка» кожної тестової вправи (Михайлов et al, 2020) або за оцінками «оцінка-оцінка» двох шкал, укладених двома різними способами. За інтегральний показник якості шкал обрали якість оцінювання фізичної підготовленості студенток за рівняннями множинної регресії, які обчислили за оцінками рівнянь лінійної регресії і рівняннями підготовленості (Михайлов et al, 2020).

Лінійність зв'язку між параметрами шкал «результат-оцінка» з'ясували або за аналізом графіків, або за спеціальною формулою (Лакин, 1973):

$$t_\gamma = \frac{\gamma}{m_\gamma},$$

де  $t_\gamma$  – показник лінійності зв'язку;

$\gamma$  – різниця між квадратами кореляційного відношення ( $\eta^2$ ) і коефіцієнта кореляції ( $r^2$ );

$$m_\gamma = \frac{2\sqrt{\gamma - \gamma^2(2 - \eta^2 - r^2)}}{\sqrt{n}} -$$

вибіркова похибка;

$n$  – кількість результатів у шкалі оцінювання.

Форму зв'язку (лінійна, нелінійна) між результатами та їхніми оцінками визначили за критерієм Стьюдента ( $t_{st}$ ) для  $\alpha = 0,05$  і  $k = n - 2$ . Якщо  $t_\gamma < t_{st}$ , то

зв'язок між вказаними параметрами шкал оцінювання буде лінійним.

Форму зв'язку між результатами та їхніми оцінками також визначили за критерієм Блекмана:

$B = n(\eta^2 - r^2)$  (Лакин, 1990). При лінійному зв'язку  $B < 11,37$ , при нелінійному –  $B > 11,37$ .

У дослідженні прийняли участь студентки основного начального відділення економічних спеціальностей ЗВО: 1 курс – 45; 2 курс – 37; 3 курс – 34; всього – 116 осіб. У заняття студенток були включені елементи навчання та гра у настільний теніс. Вправи з фізичної підготовки виконувались у наступній послідовності: стрибок у довжину з місця; вис на зігнутих руках, хватом зверху, підборіддя вище перекладни; човниковий біг 4X9 м; піднімання тулуба в сід за 1 хв. із положення лежачи руки за головою, ноги зігнуті в колінах, стопи зафіксовані.

Бали у стрибку в довжину з місця та у човниковому бігу виставлені за кращим результатом у двох спробах, в інших вправах – за однією спробою. Тестування проводили в основній частині заняття після оцінювання морфологічного і функціонального стану студенток у кожному із 6 семестрів навчання за місяць до початку зимової сесії і через місяць після зимових канікул. Результати тестування оперативно повідомляли студенткам на тому ж самому занятті.

У дослідженні фізичну підготовленість студенток представили середньою оцінкою, яка отримана:

$$\text{Бали ФП} = (\text{Бали}_{\text{стриб.}} + \text{Бали}_{\text{вис}} + \text{Бали}_{\text{човн.}} + \text{Бали}_{\text{сід}}) / 4 \quad (1).$$

Усі обчислення проведені у MS Excel і Statistica 8.0.

**Результати дослідження та їх обговорення.** У дослідженні шкали оцінювання фізичної підготовленості студенток за рівняннями лінійної регресії

уклали за вимогами п'яти рівнів підготовленості у чотирьох тестових вправах і оцінок нормативів традиційного способу нарахування балів (табл. 2).

Таблиця 2

**Нормативи тестових вправ та оцінки за рівнями підготовленості студенток за формулами рівнянь лінійної регресії**

Традиційне оцінювання		Стрибок у довжину з місця		Вис на зігнутих руках		Човниковий біг 4X9 м		Сід за 1 хв.	
		норматив, м	оцінка за формулою, бали	норматив, с	оцінка за формулою, бали	норматив, с	оцінка за формулою, бали	норматив, рази	оцінка за формулою, бали
рівень	бали								
високий	5	2,10	5,09	21	5,00	10,2	4,81	47	5,07
вище за середній	4	1,96	3,95	17	4,00	10,5	4,17	42	3,99
середній	3	1,84	2,98	13	3,00	11,1	2,89	37	2,92
нижче за середній	2	1,72	2,00	9	2,00	11,5	2,04	33	2,06
низький	1	1,60	1,03	5	1,00	12,0	0,98	28	0,99

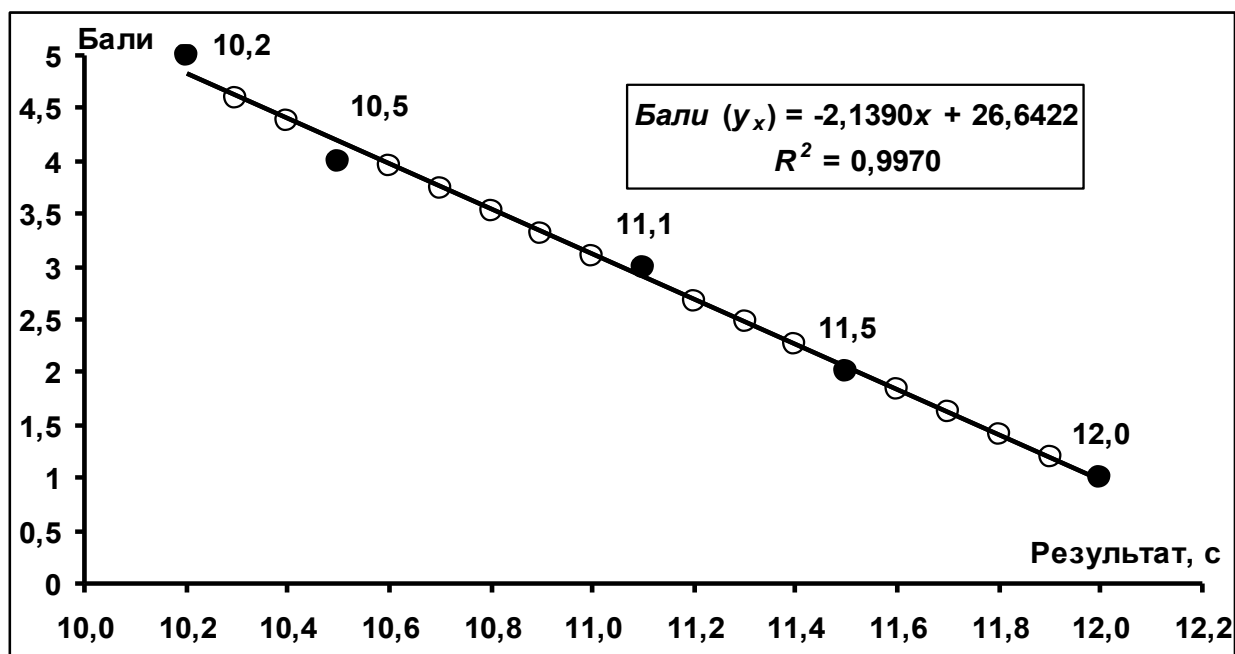
Дані табл. 2 засвідчують, що оцінки нормативів, обчислених за рівняннями лінійної регресії, що представлені у табл. 1, відрізняються від оцінок, які отримані за рівнями підготовленості. Так, у стрибку в довжину з місця високий рівень – 2,10 м передбачає 5 балів, а рівняння лінійної регресії – 5,09 бали. Рівень вище за середній – 1,96 м оцінюється у 4 бали, а рівняння лінійної регресії нараховує 3,95 бали. Середній рівень – 1,84 м отримує 3 бали, а рівняння лінійної регресії виставляє 2,98 бали. Рівень нижче за середній – 1,72 м у двох способах одержує однакові оцінки – 2 бали рівно. Низький рівень – 1,60 м оцінюється у 1 бал, а рівняння лінійної регресії передбачає 1,03 бали.

Якість шкал, які оцінюють за рівняннями лінійної регресії і за рівнями підготовленості, визначали за показниками  $D\%$  і  $\bar{A}\%$ . Для цього у стрибках у довжину з місця шкалу обчислили для 51 результату з кроком 1 см від 1,60 м (1 бал) до 2,10 м (5 балів). У висі на зігнутих руках оцінки отримали для 17 результатів з кроком 1 с від 5 с (1 бал) до 21 с

(5 балів). У човниковому бігу 4X9 м розрахунки виконали для 19 результатів через 0,1 с від 12,0 с (1 бал) до 10,2 с (5 балів). У підйомі тулуба в сід за 1 хв. оцінили 20 результатів з кроком 1 підйом від 28 (1 бал) до 47 (5 балів).

У шкалах, в яких оцінки отримані за двома способами нарахування балів, встановили зв'язок між результатами та їхніми оцінками. Типовий вигляд графіків для шкал, укладених за рівняннями лінійної регресії, показаний на прикладі човникового бігу 4X9 м (рис. 1).

На рис. 1 нормативи у човниковому бігу 4X9 м представлені темними колами, а проміжні результати через кожні 0,1 с – світлими. Графік на рисунку засвідчує лінійність зв'язку між результатами та їхніми оцінками за формулою:  $\text{Бали}_{\text{човн.}} = -2,1267x + 26,5$ . Формула має добрий підбір, оскільки  $R^2=0,9970$  дає  $D=99,70\%$ . Отримане рівняння використали для обчислення точності шкали оцінювання часу виконання човникового бігу 4X9 м за середньою похибкою апроксимації у відсотках (табл. 3).



**Рис. 1.** Зв'язок параметрів «результат-оцінка» у шкалі, укладеної за рівнянням лінійної регресії у човниковому бігу 4X9 м

Таблиця 3

**Обчислення точності шкали, яка оцінює результати у човниковому бігу 4X9 м за рівнянням лінійної регресії**

<i>n</i>	Час бігу 4X9 м, с ( <i>x</i> )	Оцінка, бали ( <i>y</i> )	Оцінка, бали ( <i>y<sub>x</sub></i> )	$ y-y_x /y$
1	2	3	4	5
1	<b>10,2</b>	<b>5</b>	4,8244	0,035120
2	10,3	4,5950	4,6105	0,003375
3	10,4	4,3823	4,3966	0,003259
4	<b>10,5</b>	<b>4</b>	4,1827	0,045675
5	10,6	3,9570	3,9688	0,002987
6	10,7	3,7443	3,7549	0,002828
7	10,8	3,5316	3,5410	0,002650
8	10,9	3,3190	3,3271	0,002450
9	11,0	3,1063	3,1132	0,002221
10	<b>11,1</b>	<b>3</b>	2,8993	0,033567
11	11,2	2,6810	2,6854	0,001656
12	11,3	2,4683	2,4715	0,001300
13	11,4	2,2556	2,2576	0,000878
14	<b>11,5</b>	<b>2</b>	2,0437	0,021850
15	11,6	1,8303	1,8298	0,000262
16	11,7	1,6176	1,6159	0,001057
17	11,8	1,4049	1,4020	0,002093
18	11,9	1,1923	1,1881	0,003498
19	<b>12,0</b>	<b>1</b>	0,9742	0,025800

$\Sigma = 0,192526$

У таблиці 3:

1-й стовпчик – кількість результатів у шкалі оцінювання –  $n=19$ ;

2-й стовпчик – час човникового бігу 4X9 м (тут і далі нормативи та їхні оцінки виділені напівжирним шрифтом);

3-й стовпчик – оцінки нормативів, які виставлені за рівнями підготовленості (табл. 2), а проміжки між ними – за рівнянням лінійної регресії:  $Бали_{човн.} = -2,1267x + 26,5$ ;

4-й стовпчик – оцінки ( $y_x$ ), що дала формула:  $Бали(y_x) = -2,139x + 26,6422$  (рис. 1);

5-й стовпчик – розрахунки, які виконали за формулою:  $|y-y_x|/y$ , а також їхня сума ( $\Sigma$ ).

Точність шкали оцінювання буде:

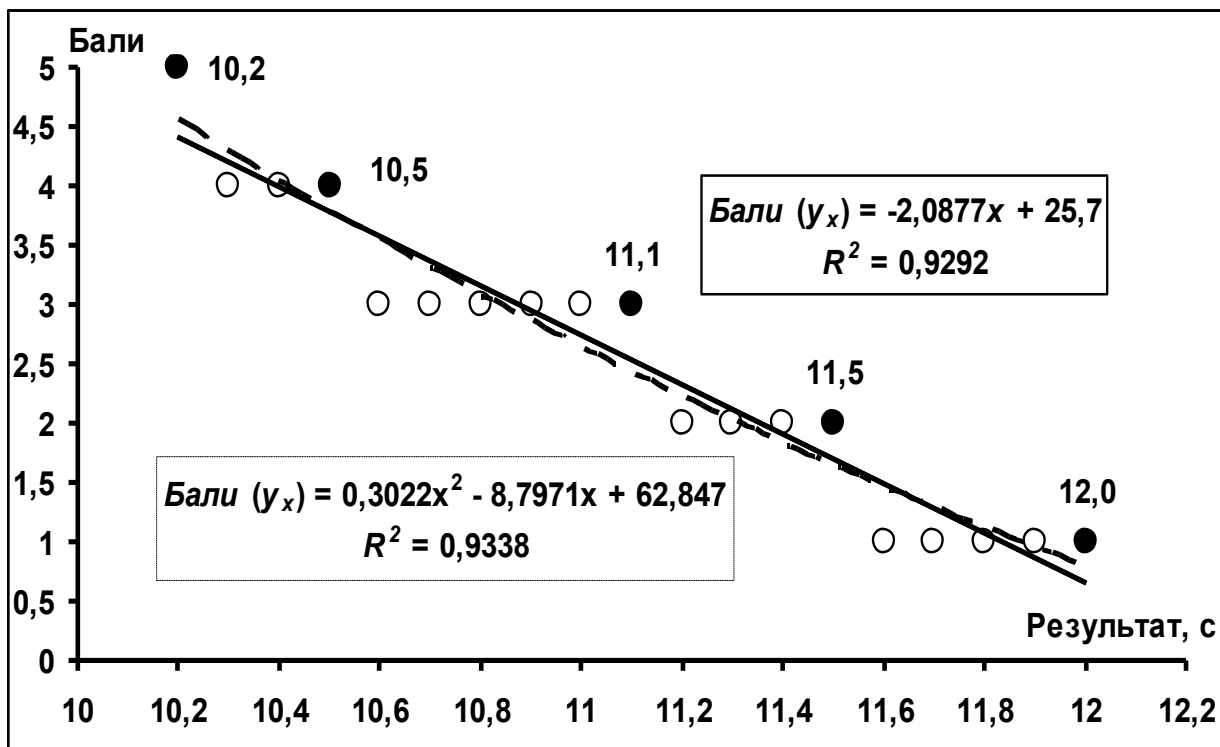
$$\bar{A} = \frac{0,192526}{19} 100\% = 1,01\%$$

Значення  $\bar{A}=1,01\%$  значно менше 5 %, що вказує на високу точність шкали нарахування балів у човниковому бігу 4X9 м за рівнянням лінійної регресії.

Для шкал, в яких бали отримані за рівнями підготовленості, побудовані графіки не дають повної впевненості у тому, що зв'язок між їхніми параметрами «результат-оцінка» є лінійним. Про це свідчить хоча б те, що для розрахунку точності таких шкал можна використати як формулу лінійної, так і нелінійної регресії. Типовий вигляд таких графіків показаний на прикладі човникового бігу 4X9 м (рис. 2).

На рис. 2 представлені нормативні вимоги та проміжні результати човникового бігу 4X9 м з кроком 0,1 с для шкали, укладеною за рівнями підготовленості. Рисунок засвідчує, що отримані за рівнянням лінійної регресії і за

нелінійним рівнянням квадратичної параболи мають  $R^2=0,9292$  і  $R^2=0,9338$ , що дають коефіцієнти детермінації  $D=92,92\%$  і  $D=93,38\%$  відповідно, що значно краще за критичні 80 %. Для того, щоб точність шкали, яка оцінює результати за рівнями підготовленості у човниковому бігу 4X9 м, можна було встановити за допомогою рівняння лінійної регресії необхідно пересвідчитись у тому, що зв'язок між результатами та їхніми оцінками є лінійним. З цією метою між вказаними параметрами шкали оцінювання обчислили коефіцієнт кореляції –  $r=-0,964$  і кореляційне відношення –  $\eta=1$ , а потім отримали міру лінійності –  $\gamma=0,0708$  і вибірку похибку –  $m_\gamma=0,07$ . Для  $k=19-2=17$  показник зв'язку буде –  $t_\gamma=0,58$ . При  $p=0,05$  критичне значення  $t_{st}=2,11$ . Оскільки  $t_\gamma=0,58 < t_{st}=2,10$ , то оцінювання шкалою, укладеною за рівнями підготовленості у човниковому бігу 4X9 м, буде лінійним.



**Рис. 2.** Рівняння регресії для оцінювання результатів у човниковому бігу 4X9 м за рівнями підготовленості

Отже, точність шкали, яка нараховує бали за рівнями підготовленості у човниковому бігу 4X9 м, можна

визначити за допомогою рівняння лінійної регресії. Результати обчислення  $\bar{A}\%$  представлені у табл. 4.

Точність шкали оцінювання буде:

$$\bar{A} = \frac{2,587923}{19} 100\% = 13,62\%.$$

Значення  $\bar{A}=13,62\%$  значно гірше високої точності оцінювання ( $\bar{A}<5\%$ ), але менше критичного допустимого значення  $-\bar{A}=15\%$ .

Для визначення якості оцінювання у трьох інших тестових вправах у шкалах, укладених за рівнями підготовленості,

також визначили форму взаємозв'язку між результатами та їхніми оцінками. Встановлено, що зв'язок між вказаними параметрами шкал буде лінійним. У стрибку в довжину з місця при  $k=51-2=49$   $t_{\phi}=0,89<t_{st}=2,01$ ; у висі на зігнутих руках при  $k=17-2=15$   $t_{\phi}=0,48<t_{st}=2,13$ ; у підйомі тулуба в сід за 1 хв. при  $k=20-2=18$   $t_{\phi}=0,53<t_{st}=2,10$ .

Таблиця 4

**Обчислення точності шкали, яка оцінює результати у човниковому бігу 4X9 м за рівнями підготовленості**

n	Час бігу 4X9 м, с (x)	Оцінка, бали (y)	Оцінка, бали (y <sub>x</sub> )	y-y <sub>x</sub>  /y
1	2	3	4	5
1	<b>10,2</b>	<b>5</b>	4,4055	0,118908
2	10,3	4	4,1967	0,049173
3	10,4	4	3,9879	0,003020
4	<b>10,5</b>	<b>4</b>	3,7792	0,055212
5	10,6	3	3,5704	0,190127
6	10,7	3	3,3616	0,120537
7	10,8	3	3,1528	0,050947
8	10,9	3	2,9441	0,018643
9	11,0	3	2,7353	0,088233
10	<b>11,1</b>	<b>3</b>	2,5265	0,157823
11	11,2	2	2,3178	0,158880
12	11,3	2	2,1090	0,054495
13	11,4	2	1,9002	0,049890
14	<b>11,5</b>	<b>2</b>	1,6915	0,154275
15	11,6	1	1,4827	0,482680
16	11,7	1	1,2739	0,273910
17	11,8	1	1,0651	0,065140
18	11,9	1	0,8564	0,143630
19	<b>12,0</b>	<b>1</b>	0,6476	0,352400

$$\Sigma = 2,587923$$

У таблиці 4:

- 1-й стовпчик – кількість результатів у шкалі оцінювання –  $n = 19$ ;
- 2-й стовпчик – час човникового бігу 4X9 м;
- 3-й стовпчик – бали, що виставлені за нормативами і за рівнями підготовленості;
- 4-й стовпчик – оцінки ( $y_x$ ), що дала формула: *Бали* ( $y_x$ ) =  $-2,0877x + 25,7$  (див. рис. 2);
- 5-й стовпчик – результати, що обчислені за формулою  $|y-y_x|/y$ , а також їхня сума ( $\Sigma$ ).

Застосування критерію Блекмана підтвердило лінійність зв'язку між параметрами «результат-оцінка» у цьому способі нарахування балів, оскільки отримані значення були менше 11,37: у стрибку в довжину з місця –  $B=3,13$ ; у висі на зігнутих руках –  $B=0,90$ ; у човниковому бігу –  $B=1,35$ ; у підйомах тулуба в сід –  $B=1,12$ .

Отже, для визначення якості шкал, які оцінюють результати у чотирьох тестових вправах за рівнями

підготовленості, можна використати рівняння лінійної регресії. Результати обчислення  $D\%$  і  $\bar{A}\%$  для шкал, що нараховують бали за рівнями підготовленості і за рівняннями лінійної регресії, представлені у табл.5.

Дані табл. 5 свідчать, що шкали, в яких оцінки виставлені за рівнями підготовленості, при доброму підборі ( $D=92,92-94,70\%$ ) мають точність нарахування балів ( $\bar{A}=12,29-13,62\%$ ), які не виходять за критично допустиму межу

( $\bar{A}=15\%$ ). На протилежність цьому, шкали, що оцінюють результати за рівняннями лінійної регресії, характеризуються

кращим підбором ( $D=99,70-100\%$ ) і переважають у точності нарахування балів ( $\bar{A}=0-1,01\%$ ).

Таблиця 5

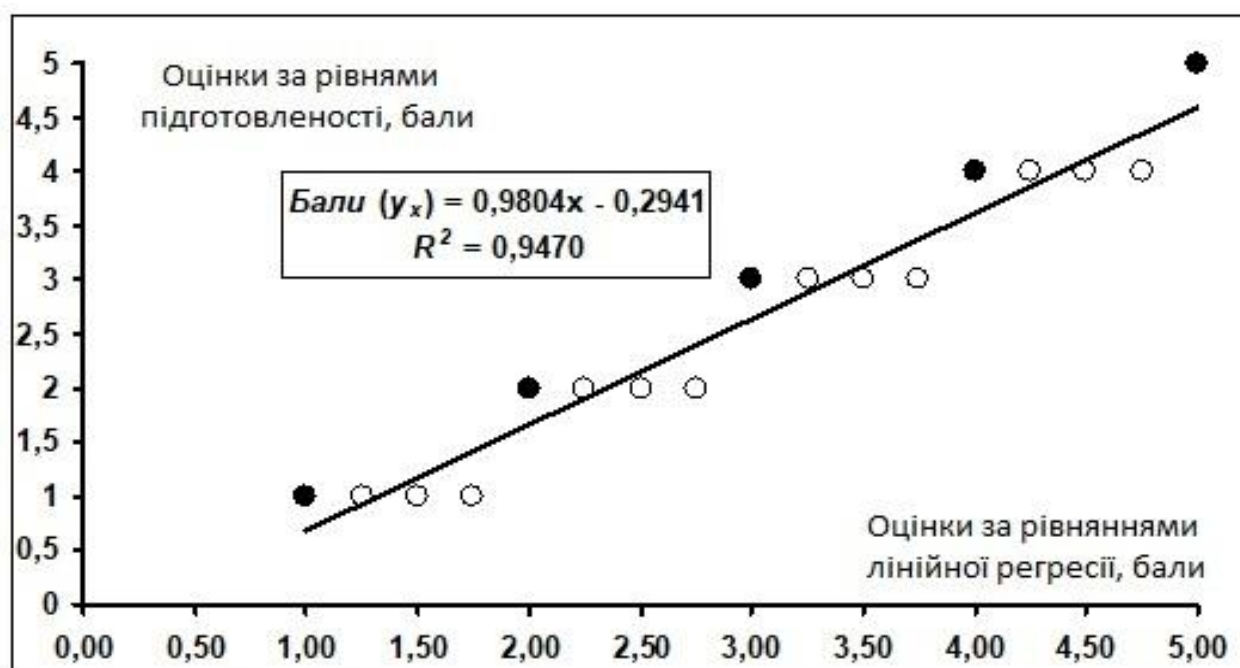
**Показники якості шкал, укладених за двома способами нарахування балів**

№	n	Тестові вправи	Якість шкал оцінювання			
			за рівнями підготовленості		за рівняннями регресії	
			D %	$\bar{A}$ %	D %	$\bar{A}$ %
1.	51	Стрибок у довжину з місця, м	93,86	12,29	99,98	0,18
2.	17	Вис на зігнутих руках, с	94,70	12,48	100,00	0,00
3.	19	Човниковий біг 4X9 м, с	92,92	13,62	99,70	1,01
4.	20	Підйом тулуба в сід за 1 хв., разів	94,42	12,86	99,95	0,52

Порівняння показало, що шкали, в яких оцінки виставлені за рівняннями лінійної регресії, дають більше балів, ніж шкали, які їх нараховують за рівнями фізичної підготовленості. Різниця залежить від тестової вправи. У стрибку в довжину з місця вона становить  $0,45 \pm 0,30$  бали; у висі на зігнутих руках –  $0,35 \pm 0,29$  бали; у човниковому бігу 4X9 м –  $0,37 \pm 0,33$  бали; у підйомі тулуба в сід за 1 хв. –  $0,38 \pm 0,30$  бали. У сумі прибавка

склала 1,55 бали, що на 15,6% було більше, ніж за рівнями фізичної підготовленості.

Ці висновки підтверджують результати, що отримані на студентах-чоловіках. Шкали тих же самих тестових вправ, які укладені за рівняннями лінійної регресії, давали сумарну прибавку 1,76 бали або на 17,1% більше, ніж шкали, що їх нараховують за рівнями підготовленості (Михайлов et al, 2020).



**Рис. 3.** Зв'язок оцінок часу вису на зігнутих руках у шкалах, отриманих за двома способами їхнього нарахування



У дослідженні висунули припущення про можливість за шкалами, укладеними за рівнянням регресії, встановити точність шкал, що нараховують бали за рівнями підготовленості. Для цього виконали обчислення  $D\%$  і  $\bar{A}\%$  між оцінками шкал двох способів нарахування балів. Для наочності ці показники спочатку отримали для вису на зігнутих руках, позаяк ця вправа має найбільш вдалу шкалу оцінювання за рівняннями лінійної регресії, а саме:  $D=100\%$  і  $\bar{A}=0\%$  (див. табл. 5). Графік, значення  $R^2$  і формула

зв'язку між оцінками двох шкал у висі на зігнутих руках представлені на рис. 3. Графік на рисунку 3 свідчить, що зв'язок оцінок двох шкал у висі на зігнутих руках визначається формулою:  $\text{Бали}(y_x) = 0,9804x - 0,2941$ . Отримане  $R^2=0,9470$  вказує на те, що підбір цієї формули точно такий (див. табл. 5), як і для підбору шкали, укладеної за рівнями підготовки, встановленого за її параметрами «результат-оцінка». Обчислення  $\bar{A}\%$  за оцінками двох різних шкал представлені у таблиці 6.

Таблиця 6

**Обчислення  $\bar{A}\%$  у висі на зігнутих руках за параметрами «оцінка-оцінка» для шкал, що отримані за рівнянням лінійної регресії і рівнями підготовки**

$n$	Час вису, с	Оцінка за рівнянням лінійної регресії, бали ( $x$ )	Оцінка за рівнями ФП, бали ( $y$ )	Оцінка, бали ( $y_x$ )	$ y-y_x /y$
1	2	3	4	5	6
1	<b>21</b>	<b>5,0000</b>	<b>5</b>	4,6079	0,078420
2	20	4,7500	4	4,3628	0,090700
3	19	4,5000	4	4,1177	0,029425
4	18	4,2500	4	3,8726	0,031850
5	<b>17</b>	<b>4,0000</b>	<b>4</b>	3,6275	0,093125
6	16	3,7500	3	3,3824	0,127467
7	15	3,5000	3	3,1373	0,045767
8	14	3,2500	3	2,8922	0,035933
9	<b>13</b>	<b>3,0000</b>	<b>3</b>	2,6471	0,117633
10	12	2,7500	2	2,4020	0,201000
11	11	2,5000	2	2,1569	0,078450
12	10	2,2500	2	1,9118	0,044100
13	<b>9</b>	<b>2,0000</b>	<b>2</b>	1,6667	0,166650
14	8	1,7500	1	1,4216	0,421600
15	7	1,5000	1	1,1765	0,176500
16	6	1,2500	1	0,9314	0,068600
17	<b>5</b>	<b>1,0000</b>	<b>1</b>	0,6863	0,313700

$\Sigma = 2,120920$

У таблиці 6:

1-й стовпчик – кількість результатів у шкалі оцінювання –  $n=17$ ;

2-й стовпчик – часу вису на зігнутих руках, с;

3-й стовпчик – оцінки ( $x$ ), що виставлені за формулою:  $\text{Бали}_{\text{вис}} = 0,25x - 0,25$  (табл. 1);

4-й стовпчик – оцінки ( $y$ ), які отримані за нормативами і рівнями фізичної підготовленості;

5-й стовпчик – оцінки ( $y_x$ ), що дала формула:  $\text{Бали}(y_x) = 0,9804x - 0,2941$  (рис. 3);

6-й стовпчик – результати, що обчислені за формулою:  $|y-y_x|/y$ , а також їхня сума ( $\Sigma$ ).

Точність шкали, укладеної за рівнями фізичної підготовленості, за параметрами «оцінка-оцінка» двох способів нарахування балів така:

$$\bar{A} = \frac{2,12092}{17} 100\% = 12,48\%.$$

Отримане  $\bar{A}=12,48\%$  співпадає до шостого знаку після коми з точністю шкали оцінювання результатів у висі на

зігнутих руках, яка обчислена між результатами та їхнім оцінюванням за рівнями підготовленості (див. табл. 5). Це означає, що точність шкали, яка нараховує бали за рівнями підготовленості можна встановити не тільки за її параметрами «результат-оцінка», але за її оцінками і оцінками рівняння лінійної регресії.

Аналогічний підхід застосували для інших трьох шкал, укладених за рівняннями лінійної регресії. На відміну від оцінювання часу вису на зігнутих руках, у цих шкалах формули мають певні відхилення від максимальної точності підбору ( $D=99,70-99,98\%$ ) і точності нарахування балів ( $\bar{A}=0,18\div 1,01\%$ ). Встановлено, що здобуті  $D\%$  були однакові до четвертого знаку, а розраховані  $\bar{A}\%$  – до другого знаку після коми, тобто до обраної у дослідженні точності їхнього обчислення.

$$\text{Бали } \Phi\Pi = 0,05373x_4 - 0,53168x_3 + 0,06250x_2 + 2,03173x_1 + 2,31098, \quad (2)$$

де *Бали  $\Phi\Pi$*  – середня оцінка фізичної підготовленості студенток;

$x_4$  – кількість підйомів тулуба в сід, разів;

$x_3$  – час човникового бігу, с;

$x_2$  – тривалість вису на зігнутих руках, с;

$x_1$  – дальність стрибка у довжину з місця, м.

Щоб визначити фізичну підготовленість студентки за формулою (2) необхідно показані результати у чотирьох тестових вправах помножити на відповідні коефіцієнти рівняння множинної регресії.

Формулу (2) порівняли з тими рівняннями множинної регресії, які одержали для семестрів і курсів навчання. Встановлено, що середні похибки апроксимації у відсотках у шести семестрах ( $\bar{A}=0,0043-0,0065\%$ ) і трьох курсах навчання ( $\bar{A}=0,0045-0,0059\%$ ) були практично однаковими з показником точності для всієї вибірки студенток ( $\bar{A}=0,0052\%$ ). Крім того, оцінки фізичної підготовленості студенток за цими рівняннями множинної регресії співпадали з оцінками формули (1) до третього-другого знаку після коми.

Отже, рівняння множинної регресії (2) підтвердило достатню точність

Отже, якість шкал оцінювання за рівнями підготовленості у тестових вправах з фізичної підготовленості цілком можна одержати не тільки за їхніми параметрами «результат-оцінка», але і за взаємозв'язком оцінок цих шкал з оцінками, які отримані за рівнянням лінійної регресії.

Придатність шкал, що нараховують бали за рівняннями лінійної регресії і за рівнями підготовки, перевірили за їхніми рівняннями множинної регресії. У попередньому дослідженні з'ясовано, що шкали оцінювання фізичної підготовленості студентів-чоловіків будуть достатньо точними, якщо отримане на їхній основі рівняння множинної регресії у різних семестрах і курсах навчання будуть однакові (Михайлов et al, 2020).

Обчислення на оцінках формули (1) рівняння множинної регресії для студенток 1-3 курсів ( $n=116$ ) буде таким.

шкал оцінювання результатів у тестових вправах за рівняннями лінійної регресії.

Тепер щодо впливу цифрового формату рівняння множинної регресії (2) на його точність. Якщо це рівняння подати не до п'ятого, а до четвертого знаку після коми, то його оцінки будуть однаковими з формулою (1) до другого-першого знаку, якщо до третього – то різниця фіксується між десятими балів. У випадку, коли у рівнянні множинної регресії (2) буде мати тільки два знаки після коми, то його оцінки можуть відрізнятись від оцінок формули (1) не тільки десятими, але і цілими балами.

Отже, при необхідності оцінити фізичну підготовленість студенток з точністю до сотих балу рівняння множинної регресії необхідно обчислити до п'ятого знаку після коми.

У дослідженні за сумою чотирьох рівнянь лінійної регресії одержали

рівняння множинної регресії. Для цього об'єднали в одну формулу: їхні коефіцієнти і вільні числа (табл. 1)

$$\text{Бали ФП} = (8,1269x_1 + 0,25x_2 - 2,1267x_3 + 0,2149x_4 + 9,2442)/4, \quad (3)$$

де *Бали ФП* – середня оцінка фізичної підготовленості студентки;

$x_1$  – дальність стрибка у довжину з місця, м;

$x_2$  – час вису на перекладині, с;

$x_3$  – час човникового бігу 4×9 м, с;

$x_4$  – кількість підйомів тулуба в сід за 1 хв., разів;

9,2442 – сума вільних чисел, яка отримана:

$$\sum = -11,9737 - 0,25 + 26,5 - 5,0321.$$

Формула (3) ідентична рівнянню множинної регресії (2). Щоб переконатись у цьому достатньо окремо поділити на чотири кожний її коефіцієнт і вільне число. Отримана незначна різниця між вільними числами цих формул дозволила за рівнянням множинної регресії (3) досягнути максимального підбору ( $D=100\%$ ) і максимальної точності ( $\bar{A}=0\%$ ) відносно оцінок формули (1). Якщо продовжити порівнювати, то формула (3) виставляє оцінку фізичної підготовленості студенток ( $n=116$ ) відносно оцінок рівняння множинної регресії (2) в середньому на 0,0001 бали нижче і співпадала з оцінками формули (1) до третього-другого знаку після коми, що відповідало обраній точності обчислення середніх показників для семестрів і курсів

навчання. На відміну від формули (2), у формулі (3) тестові вправи представлені у порядку, який збігається з послідовністю їхнього виконання. Це додає певної зручності у веденні електронного протоколу прийому нормативів на контрольному занятті. Крім того, для укладання формули (3) не потрібно проводити констатуючого педагогічного експерименту, що значно скоротило час її отримання.

При традиційному визначенні стану фізичної підготовленості студенток за рівнями бали обчислювали у MS Excel за спеціально розробленими формулами. Типовий вигляд таких формул показаний на прикладі оцінювання часу вису на зігнутих руках :

$$\text{Бали}_{\text{вис}} = \text{ЕСЛИ}(\text{P} < 5; 0; \text{ЕСЛИ}(\text{P} < 9; 1; \text{ЕСЛИ}(\text{P} < 13; 2; \text{ЕСЛИ}(\text{P} < 17; 3; \text{ЕСЛИ}(\text{P} < 21; 4; \text{ЕСЛИ}(\text{P} \geq 21; 5)))))),$$

де  $P$  – результат студентки у висі, с;

5 – норматив, який оцінюється в 1 бал (див. табл. 2);

9 – норматив, який оцінюється у 2 бали;

13 – норматив, який оцінюється у 3 бали;

17 – норматив, який оцінюється у 4 бали;

21 – норматив, який оцінюється у 5 балів.

Формула за результати менше 5 с нараховує 0 балів, а за 21 с і краще – 5 балів рівно.

Зрозуміло, що у формулах оцінювання результатів у трьох інших фізичних вправах використали нормативи цих вправ. Необхідно зауважити, що для човникового бігу 4X9 м у знак менше (<) необхідно замінити на знак більше (>), оскільки у цій вправі зв'язок між результатом і оцінкою зворотній: чим менший час човникового бігу, тим вища

оцінка. (У випадку застосування MS Excel 2016 р і більш пізніх версій формули будуть дещо інакші: на початку замість ЕСЛИ вносимо ЕСЛИМН і далі ЕСЛИ записувати не потрібно). Нарахування балів за формулами виключило помилки і значно прискорило процес визначення фізичної підготовленості студенток.

Встановлено, що оцінювання фізичної підготовленості студенток 1-3 курсів ( $n=116$ ) за рівнями підготовки виконано з точністю  $\bar{A}=7,74\%$ . Цей спосіб

оцінювання дав також гіршу оцінку в середньому на  $0,60 \pm 0,46$  бали відносно формул (1-3). Причому на різних курсах навчання різниця в оцінюванні фізичної підготовленості студенток за рівнями підготовленості була неоднакова: на 1 курсі – на 0,39 бали (2,57 проти 2,96 бали); на 2 курсі – на 0,64 бали (3,15 проти 3,79 бали); на 3 курсі – на 0,83 бала (3,56 проти 4,39 бала). Зауважимо, що вона відрізняється від тієї різниці, що зафіксована між оцінками шкал, що їх визначають різними способами ( $0,41 \pm 0,30$  бала). Це пояснюється тим, що шкали, укладені за рівняннями лінійної регресії оцінюють не тільки від 1 до 5 балів, але і за межами цих оцінок. Аналіз показав, що результатів у чотирьох тестових вправах,

які оцінювались краще 5 балів, на 1 курсі ( $n=45$ ) отримано 23, що склало:  $\frac{23 \times 100\%}{45 \times 4} = 12,8\%$ .

На 2 курсі ( $n=37$ ) зафіксовано 24 випадки (16,2%); на 3 курсі ( $n=34$ ) – 42 результати або 30,9%. Усього на 1-3 курсах навчання 116 студенток спромоглися у 89 випадках (19,2%) показати результати, які перевершили 5 балів.

Для перевірки точності оцінювання фізичної підготовленості студенток за рівнями підготовки розраховали рівняння множинної регресії. Для студенток 1-3 курсів ( $n=116$ ) отримали формулу:

$$\text{Бали ФП} = 0,03777x_4 - 0,56590x_3 + 0,03355x_2 + 1,53240x_1 + 4,27297, \quad (4)$$

де *Бали ФП* – середня оцінка фізичної підготовленості студенток;

$x_4$  – кількість підйомів тулуба в сід за 1 хв., разів;

$x_3$  – час човникового бігу, с;

$x_2$  – тривалість вису на зігнутих руках, с;

$x_1$  – дальність стрибка у довжину з місця, м.

З'ясовано, що рівняння множинної регресії (4) оцінює фізичну підготовленість студенток меншою оцінкою у середньому на  $0,60 \pm 0,38$  бали відносно формул (1-3).

Рівняння множинної регресії (4) використали для визначення точності шкал, що оцінюють за рівнями підготовки. Для цього його формулу порівняли з рівняннями множинної регресії, отриманих для шести семестрів і трьох

курсів навчання. Якщо ці рівняння будуть однаковими з формулою (4), то шкали, в яких оцінки виставлені за рівнями підготовки будуть достатньо точними. Якщо рівняння множинної регресії будуть різними, то точність таких шкал оцінювання необхідно визнати недостатньою. Рівняння множинної регресії для трьох курсів навчання представлені у таблиці 7.

Таблиця 7

**Формули рівнянь множинної регресії на різних курсах навчання, що отримані за нормативними вимогами рівнів підготовки у тестових вправах**

Курс	Рівняння множинної регресії
1	$\text{Бали ФП} = 0,04672x_4 - 0,49662x_3 + 0,05258x_2 + 1,56695x_1 + 2,74804$
2	$\text{Бали ФП} = 0,03353x_4 - 0,64903x_3 + 0,03034x_2 + 1,63372x_1 + 5,28323$
3	$\text{Бали ФП} = 0,03089x_4 - 0,29828x_3 + 0,01775x_2 + 2,22038x_1 + 0,83116$

У таблиці 7:

$x_4$  – кількість підйомів тулуба в сід за 1 хв., разів;

$x_3$  – час човникового бігу, с;

$x_2$  – тривалість вису на зігнутих руках, с;

$x_1$  – дальність стрибка у довжину з місця, м.

Дані таблиці 7 засвідчують, що рівняння множинної регресії на трьох курсах навчання, відрізняються як між собою, так і від формули (4). Не вдалось також одержати однакові формули і для шести семестрів навчання. У підсумку отримано десять різних рівнянь множинної регресії. Це означає, що шкали, які оцінюють результати у тестових вправах за рівнями фізичної підготовленості, не дають достатньої точності для того, щоб одержати однакові рівняння множинної регресії у семестрах, курсах і за весь період навчання, на яких проводився тестовий контроль фізичної підготовленості студенток.

**Висновки.** 1. Встановлено, що шкали, в яких оцінки виставлені за рівняннями лінійної регресії, мають добрий підбір ( $D=99,70-100,00\%$ ) і високу точність нарахування балів ( $\bar{A}=0,00-1,01\%$ ). Ці рівняння, а також отримані на їхній основі рівняння множинної регресії для семестрів, курсів і всього періоду навчання, оцінюють фізичну підготовленість студенток однаково до третього-другого знаку після коми.

2. З'ясовано, що шкали, в яких бали нараховуються за рівнями підготовки, характеризуються добрим підбором ( $D=92,92-94,70\%$ ), але не досягають потрібної точності оцінювання ( $\bar{A}=12,29\div 13,62\%$ ). Бали з фізичної підготовленості студенток 1-3 курсів, які одержані за рівнями підготовки, виставляються з точністю  $\bar{A}=7,74\%$ . Укладене на їхній основі рівняння множинної регресії визначає фізичну підготовленість студенток 1-3 курсів у семестрах і курсах навчання за різними формулами.

3. Запропоновані наступні критерії, що засвідчують достатню точність шкал оцінювання результатів у тестових вправах:

- наявність однакових рівнянь множинної регресії при оцінюванні фізичної підготовленості студенток як у

різних семестрах і курсах навчання, так і за увесь період проведення тестування;

- можливість укладання рівняння множинної регресії шляхом об'єднання рівнянь лінійної регресії, оцінки яких будуть однакові з оцінками рівняння множинної регресії, обчисленими за результатами фізичної підготовленості студенток.

4. Знайдено, що шкали, в яких оцінки нараховані за рівняннями лінійної регресії, будуть у середньому на  $0,41\pm 0,30$  бали більше від оцінок шкал, у яких вони отримані за рівнями підготовленості. Прибавка балів залежить від фізичної вправи. Вона максимальна у стрибку в довжину з місця –  $0,45\pm 0,31$  бали і мінімальна – у висі на зігнутих руках –  $0,35\pm 0,29$  бали. У сумі шкали чотирьох фізичних вправ за рівняннями лінійної регресії начисляли на  $1,55$  бали або на  $15,6\%$  більше відносно шкал, які їх визначають за рівнями підготовки. Різниця між оцінками двох способів нарахування балів з фізичної підготовленості студенток на різних курсах була неоднаковою. На 1 курсі вона складала  $0,39$  бали, на 2 курсі –  $0,64$  бали, на 3 курсі –  $0,83$  бали. У середньому студентки 1-3 курсів ( $n=116$ ) оцінювались краще на  $0,60$  бали, що обумовлено здатністю рівнянь лінійної регресії оцінювати результати, які вище 5 балів.

**Перспектива подальших досліджень.** Запропонувати критерії якості шкал, які оцінюють морфологічний розвиток і функціональну підготовленість студентської молоді за рівнями підготовленості і за рівняннями лінійної регресії.

**Конфлікт інтересів.** Автори відзначають, що не існує ніякого конфлікту інтересів.

**Джерела фінансування.** Ця стаття не отримала фінансової підтримки від державної, громадської або комерційної організації.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

- 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 : ПолесГУ.
- 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.
- Зациорский, В.М. (Eds.). (1979). *Основы спортивной метрологии.* М. : ФизС.
- Кветний, Р.Н., Богач, І.В., Бойко, О.Р., Софіна, О.Ю., & Шушура, О.М., & Кветний, Р.Н. (Ed). (2012). *Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень.* Частина 1 : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ.
- Кравченко, Л.М., & Кравченко, Н.В. (2015). *Практикум з метрологічного контролю у фізичному вихованні:* навч.-метод. посіб. Бердянськ : БДПУ.
- Лакин, Г.Ф. (1973). *Биометрия : учебн. пособие. для универ. и пед. ин-тов.* М. : Высшая школа.
- Лакин, Г.Ф. (1990). *Биометрия : учеб. пособие. для студентов биолог. спец. высш. учеб. заведений.* М. : Высшая школа.
- Лещинський, О.Л., Рязанцева, В.В., Юнькова, О.О., Юртин, І.І., & Юнькова, О.О. (Ed). (2009). *Практикум з економетрії:* навч. посіб. К. : ДП «Вид. дім «Персонал».
- Малова, Н.Н. (2017). Об одном подходе к расчету средней ошибки аппроксимации регрессионных моделей. *Международный технико-экономический журнал,* 5, 54-57.
- Михайлов, Віт.В., Михайлов, Вол.В., & Коростильова, Ю.С. (2015). Взаємозв'язок та динаміка складових оздоровчої ефективності фізичного виховання студенток ВНЗ. *Сучасні технології в галузі фізичного виховання та спорту: збірн. наук. праць ІХ міжн. наук.-метод. конф. Вип. 9, НАНГУ (27 листопада 2015 р. м. Харків), 149-162.* <http://avv.gov.ua>.
- Михайлов, Віт.В., Михайлов, Вол.В., & Коростильова, Ю.С. (2019). Застосування рівнянь регресії для оцінювання ефективності виконання тестових вправ у фізичному вихованні студентів закладів вищої освіти. *Спортивні ігри,* 4 (14), 35-47. doi: 10.15391/si.2019-3.05.
- 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.
- Начинская, С.В. (2012) *Спортивная метрология : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования.* – 4-е изд., стер. М. : «Академия».
- Рогачев, А.Ф., & Мелихова, Е.В. (2014). *Эконометрика : учеб. пособие.* Волгоград : ФГБОУ ВПО Волгоградский ГТУ.

Стаття надійшла до редакції: 05.02.2022

Опубліковано: 01.06.2022

**Abstract.** *Volodymyr Mykhaylov, Yuliya Korostylova, Vitaly Mykhaylov. Accuracy of physical fitness assessment of female students of higher educational institutions. The objective of the research was to increase the accuracy of physical fitness assessment of female students. The methods of the research were as following: theoretical analysis and generalization; fitness testing; linear interpolation method; least squares method; method of graph analysis; correlation and regression analysis. Material. The scales quality was determined by the coefficients of determination and the average approximation errors in percents. These indicators were obtained*

for the scale parameters 'result-assessment' and 'assessment-assessment' as well as for the physical fitness assessment of 1<sup>st</sup>-3<sup>rd</sup> years students (n=116). Results: it was found that the scales of the four test exercises, in which the scores are calculated by linear regression equations, have sufficient accuracy and on average  $0.41 \pm 0.30$  points or 15.6% higher assess the physical fitness of female students than the scales that are made by the levels of preparedness. Conclusions. The scales in which the scores were set by the linear regression equations were better selected ( $D = 99.70 \div 100.00\%$ ) and showed high accuracy ( $a = 0.00 \sim 1.01\%$ ). In contrast, the scales in which the scores are calculated according to the level of training, at  $D = 92.92 \div 94.70\%$ , In contrast, scales that score by fitness level, with  $D=92.92-94.70\%$  and  $\bar{A}=12.29-13.62\%$ , do not accurately determine the physical fitness of female students ( $\bar{A}=7.74\%$ ). It was set that the scales' accuracy could be measured by multiple regression equations. Physical fitness assessments of female students, which were formed by the equations of multiple regressions, coincided with the assessments of level linear regressions, on which these formulas were obtained, to the third or second decimal place. The multiple regression equation, which is compiled from estimates of fitness levels, gives an average score of  $0.60 \pm 0.38$  less than the linear regression equations.

**Keywords:** physical education; physical fitness; levels of fitness; assessment scales; female students; linear and multiple regression equations; coefficients of determination and approximation.

## References

- Bazaka, L.N., & Razynkov, A.Y. (2015). *Statystycheskaia obrabotka dannykh v srede paketov Statistica, EViews y MS Excel* [Statistical data processing in Statistica, EViews and MS Excel]: metod. ukazanyia po vypolnenyiu laboratornykh rabot. Pysnk : PolesHU. [in Russia].
- Zanevskiy, I.P. (2011). Tochnist shkal otsiniuvannia rivnia fizychnoho zdorovia [Accuracy of physical health assessment scales]. *Chastyna 1. Inter- ta ekstrapoliatsiia shkaly otsiniuvannia. Fizychna aktyvnist, zdorovia i sport* [Physical activity, health and sports], no 2 (4), 8-19. [in Ukrainian].
- Zatsyorskyy, V.M. (Eds.), (1979). *Osnovy sportyvnoi metrolohyy* [Fundamentals of sports metrology]. M. : FyS. [in Russia].
- Kvietnyi, R.N., Bohach, I.V., Boiko, O.R., Sofyna, O.Yu., Shushura, O.M., & Kvietnyi, R.N. (Ed). (2012). *Kompiuterne modeliuvannia system ta protsesiv* [Computer modeling of systems and processes]. *Metody obchyslen. Chastyna 1 : navch. posib.* Vinnytsia : VNTU. [in Ukrainian].
- Kravchenko, L.M., & Kravchenko, N.V. (2015). *Praktykum z metrolohichnoho kontroliu u fizychnomu vykhovanni* [Workshop on Metrological Control in Physical Education]: navch.-metod. posib.. Berdiansk : BDPU. [in Ukrainian].
- Lakyn, H.F. (1973). *Byometryia* [Biometrics]: uchebn. posob. dlia unyver. y ped. yn-tov. M. : Vysshaia shkola. [in Russia].
- Lakyn, H.F. (1990). *Byometryia* [Biometrics]: ucheb. posob. dlia studentov byoloh. spets. vyssh. ucheb. zavedenyi. M. : Vysshaia shkola. [in Russia].
- Leshchynskyy, O.L., Riazantseva, V.V., Yunkova, O.O., & Yurtyu, I.I., & Yunkova, O.O. (Ed). (2009). *Praktykum z ekonometrii* [Econometrics Workshop]: navch. posib. K. : DP «Vyd. dim «Personal». [in Ukrainian].
- Malova, N.N. (2017). Ob odnom podkhode k raschetu srednei oshybky approksymatsyy rehressyonnykh modelei [On One Approach to Calculating the Average Error of Approximation of Regression Models]. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomycheskyi zhurnal* [International Technical and Economic Journal], no 5, 54-57. [in Russia].
- Mykhaylo, V, Vit.V., Mykhaylov, Vol.V., & Korostylova, Yu.S. (2015). Vzaiemozviazok ta dynamika skladovykh ozdorovchoi efektyvnosti fizychnoho vykhovannia studentok VNZ

[Interrelation and dynamics of the components of health-improving efficiency of physical education of female students of HEI]. *Suchasni tekhnologii v haluzi fizychnoho vykhovannia ta sportu* [Modern technologies in physical education and sports]: zbirn. nauk. prats IX mizhn. nauk.-metod. konf. Vyp. 9, NANHU (27 lystopada 2015 r. m. Kharkiv), 149-162. [in Ukrainian].

- Mykhaylov, Vit.V., Mykhaylov, Vol.V., & Korostylova, Yu.S. (2019). Zastosuvannia rivnian rehresii dlia otsiniuvannia efektyvnosti vykonannia testovykh vprav u fizychnomu vykhovanni studentiv zakladiv vyshchoi osvity [Application of regression equations to assess the effectiveness of test exercise performance in physical education of higher education students.]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 4(14), 35-47. doi: 10.15391/si.2019-3.05. [in Ukrainian].
- 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 [Accuracy of scales for assessing results in test exercises by levels of linear regression and by levels of physical fitness of higher education students]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 4(18), 44-59. doi: 10.15391/si.2020-4.05. [in Ukrainian].
- Nachynskaia, S.V. (2012) *Sportyvnaia metrolohiia* [Sports metrology]: uchebnyk dlia stud. uchrezhdenyi vyssh. prof. obrazovaniia. – 4-e yzd., ster. M. : «Akademyia». [in Russia].
- Rohachev, A.F., & Melykhova, E.V. (2014). *Ekonometryka* [Econometrics]: ucheb. posobyе. Volhohrad : FHBOU VPO Volhohradskyi HTU. [in Russia].

#### **Відомості про авторів / Information about the Authors**

Михайлов Володимир Віталійович: кандидат наук з фізичного виховання та спорту, старший науковий співробітник навчально-наукового інституту фізичної культури та спортивно-оздоровчих технологій, Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського: Повітрофлотський проспект 28, Київ, Україна, 03049.

Mykhaylov Volodymyr: *PhD in Physical Education and Sports, Senior Researcher of Educational and Scientific Institute of Physical Culture, Sports and Health Technologies, The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy (28 Povitroflotskyi Avenue, Kyiv, Ukraine, 03049).*

ORCID ID 0000-0002-2517-6016

Email: [vmikhaylov2005@gmail.com](mailto:vmikhaylov2005@gmail.com)

Коростильова Юлія Сергіївна: кандидат наук з фізичного виховання та спорту, спортсмен-інструктор Навчально-спортивної бази літніх видів спорту, Управління фізичної культури і спорту Міністерства оборони України: Клепарівська 39а, Львів, Україна 79000.

Korostylova Yuliya: *PhD in Physical Education and Sports, Athlete-instructor of Educational Sport Base of Summer Sports, Department of Physical Culture and Sports of the Ministry of Defence of Ukraine (39a Kleparivska, Lviv, Ukraine, 79000).*

ORCID ID 0000-0001-8939-3530

Email: [korostylova8@gmail.com](mailto:korostylova8@gmail.com)

Михайлов Віталій Вікторович: кандидат педагогічних наук, доцент, Навчально-спортивна база літніх видів спорту, Управління фізичної культури і спорту Міністерства оборони України (Клепарівська 39а, Львів, Україна 79000).

Mykhaylov Vitaliy: *PhD in Pedagogics, Associate Professor, Educational Sport Base of Summer Sports, Department of Physical Culture and Sports of the Ministry of Defence of Ukraine (39a Kleparivska, Lviv, Ukraine, 79000).*

ORCID ID 0000-0001-7935-7579

Email: [mykhaylov13@gmail.com](mailto:mykhaylov13@gmail.com)