

## ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

## Сравнительные показатели корреляции в спорте

И. А. Осетров, И. Н. Непряев

Современные требования к системе тренировки спортсменов должны строиться на основе системного подхода. Поскольку системный подход базируется на вероятностных позициях и, соответственно, может быть описан методами теории вероятностей и математической статистики, рассмотрим некоторые закономерности применения методов математической статистики при анализе исследований в области спорта [3; 4]. Например, существует несколько способов выявления коррелируемости статистических показателей. Определение среди них наиболее надёжных и сравнение их с классическими является достаточно актуальным, в том числе и при анализе спортивных показателей [1].

**Ключевые слова:** корреляция, коэффициент Фехнера, коэффициент Спирмена, коэффициент Пирсона, спортивно-педагогическая практика.

## Comparative Indicators of Correlation in Sports

I. A. Osetrov, I. N. Nepryaev

Modern requirements to the system of training of sportsmen should be done on the basis of the system approach. As the system approach is based on likelihood positions and, accordingly, can be described by methods of probability theory and the mathematical statistics, some laws of application of methods of mathematical statistics at the analysis of researches in the field of sports will be regarded [3; 4]. For example, there are some ways of revealing correlation statistics. Definition among them the most reliable and their comparison with classical are actual enough, including the analysis of sports indicators [1].

**Key words:** correlation, factor of Fehner, factor of Spirmen, factor of Pirson, sport-pedagogical practice.

Коэффициент Фехнера ( $K_\phi$ ) отличается простотой и позволяет определить направление и тесноту связи между признаками [2]. Он основан на сравнении знаков отклонения индивидуальных значений каждого показателя от его средней и вычисляется по следующей формуле:

$$K_\phi = \frac{a - b}{a + b},$$

где  $a(b)$  – число совпадений (несовпадений) знаков.

Рассмотрим это на примере результатов чемпионата Португалии 2008/09 г. по футболу. Для

этого сначала находим средние значения выборок (см. таблицу 1), а затем вычисляем отклонения значений  $x_i$  и  $y_i$  от  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  соответственно, причём в расчёт берём не сами величины отклонений, а только их знаки. В нашем примере при нахождении средних получились целые числа, и при вычислениях отклонений в некоторых случаях – 0. Предлагается для выхода из этой ситуации относить его также к неотрицательным числам.

Таблица 1

Чемпионат Португалии

№	Команда	Выигрыш (В)	Ничья (Н)	Поражение (П)	Очки (О)	В	Н	П	О
1	Порту	21	7	2	70	+	-	-	+
2	Спортинг	20	6	4	66	+	-	-	+
3	Бенфика	17	8	5	59	+	0	-	+
4	Насьонал	15	7	8	52	+	-	-	+
5	Брага	13	11	6	50	+	+	-	+
6	Лейшоэш	12	9	9	45	+	+	-	+
7	Академика	10	9	11	39	-	+	0	-
8	Гимарайэш	10	8	12	38	-	0	+	-
9	Маритиму	9	10	11	37	-	+	0	-
10	Пасуш Феррейра	9	7	14	34	-	-	+	-
11	Эштрела Амадора	8	10	12	34	-	+	+	-
12	Риу Аве	8	6	16	30	-	-	+	-
13	Навал	7	8	15	29	-	0	+	-
14	Сетубал	7	5	18	26	-	-	+	-

№	Команда	Выигрыш (В)	Ничья (Н)	Поражение (П)	Очки (О)	В	Н	П	О
15	Беленсенсеш	5	9	16	24	-	+	+	-
16	Трофенсе	5	8	17	23	-	0	+	-
$\bar{x} =$		11,0	8,0	11,0	41,0				

Для нахождения взаимосвязей, например, между количеством выигрышей (В) и игр вничью (Н), высчитываем число совпадений и несовпадений знаков «+» (неотрицательных) и «-», обо-

значив их как «с» и «н». Получилось, что совпадающих знаков 6, а несовпадающих 10 (см. таблицу 2, где для наглядности также оставлены нули).

Таблица 2

№	Команда	В-Н	В-П	В-О	Н-П	Н-О	П-О
1	Порту	н	н	с	с	н	н
2	Спортинг	н	н	с	с	н	н
3	Бенфика	с	н	с	н	с	н
4	Насьонал	н	н	с	с	н	н
5	Брага	с	н	с	н	с	н
6	Лейшоэш	с	н	с	н	с	н
7	Академика	н	н	с	с	н	н
8	Гимарайэш	н	н	с	с	н	н
9	Маритиму	н	н	с	с	н	н
10	Пасуш Феррейра	с	н	с	н	с	н
11	Эштрела Амадора	н	н	с	с	н	н
12	Риу Аве	с	н	с	н	с	н
13	Навал	н	н	с	с	н	н
14	Сетубал	с	н	с	н	с	н
15	Беленсенсеш	н	н	с	с	н	н
16	Трофенсе	н	н	с	с	н	н
а=Σс=		6	0	16	10	6	0
в=Σн=		10	16	0	6	10	16

Тогда  $K_{\phi}$  находим по формуле:

$$\hat{E}_{\phi} = \frac{\hat{a} - \hat{a}}{\hat{a} + \hat{a}} = \frac{6 - 10}{6 + 10} = -0,25.$$

Таким образом, обнаружена слабая связь между выигрышами и играми вничью в чемпионате Португалии.

Интересно проследить, насколько качественно  $K_{\phi}$  отражает тесноту взаимосвязи при сравнении его с традиционными используемыми, но в то же время являющимися более вычислительно трудоёмкими коэффициентами корреляции Пирсона ( $r$ ) и Спирмена ( $r_s$ ). Для этого возьмём итоги закончившихся в 2009 г. чемпионатов 12 мировых футбольных держав (для Бразилии и Аргентины чемпионаты 2008 г).

Рассчитаем коэффициенты Фехнера, Пирсона и Спирмена для каждого чемпионата при выявлении взаимосвязей между количествами выиг-

рышей, игр вничью, поражений и набранных очков. А затем найдём корреляцию между самими коэффициентами.

Для указанных в табл. 3 корреляций вычислим показатели взаимосвязи между самими коэффициентами корреляций Фехнера и Спирмена ( $K_{\phi};r_s$ ) и Фехнера и Пирсона ( $K_{\phi};r$ ), занеся их в матрицу.

Матрица корреляций (n=72)

	$K_{\phi}$	$r$	$r_s$
$K_{\phi}$	1	0,95	0,95
$r$		1	0,99
$r_s$			1

Для наглядности построим графики линий регрессии (см. рис. 1, 2) представленных в матрице зависимостей коэффициентов.

Таблица 3

Сравнительные данные коэффициентов корреляций  $K_{\phi}$ ,  $r$  и  $r_s$  по итогам игр (n=370) ведущих мировых чемпионатов по футболу

№	Страна	Коэффициент	В-Н	В-П	В-О	Н-П	Н-О	П-О
1	Англия (n=38)	$K_{\phi} =$	0,1	-0,8	0,8	-0,3	0,3	-1
		$r =$	-0,27	-0,94	0,99	-0,06	-0,16	-0,97
		$R =$	-0,19	-0,9	0,98	-0,15	-0,06	-0,95

№	Страна	Коэффициент	В-Н	В-П	В-О	Н-П	Н-О	П-О
2	Германия (n=34)	K <sub>ф</sub> =	-0,33	-0,89	1	0,22	-0,33	-0,89
		r=	-0,43	-0,81	0,98	-0,18	-0,25	-0,91
		R=	-0,35	-0,86	0,97	-0,14	-0,2	-0,9
3	Испания (n=38)	K <sub>ф</sub> =	-0,2	-1	1	0,2	-0,2	-1
		r=	-0,44	-0,81	0,98	-0,16	-0,27	-0,91
		R=	-0,46	-0,79	0,96	-0,08	-0,26	-0,9
4	Голландия (n=34)	K <sub>ф</sub> =	-0,33	-0,67	0,89	0	-0,23	-0,78
		r=	-0,53	-0,9	0,99	0,10	-0,41	-0,95
		R=	-0,46	-0,88	0,99	0,08	-0,34	-0,94
5	Италия (n=38)	K <sub>ф</sub> =	-0,4	-0,6	0,9	0	-0,3	-0,7
		r=	-0,54	-0,87	0,99	0,05	-0,40	-0,93
		R=	-0,49	-0,84	0,98	0,02	-0,38	-0,91
6	Португалия (n=30)	K <sub>ф</sub> =	-0,25	-1	1	0,25	-0,25	-1
		r=	-0,18	-0,95	0,99	-0,15	-0,07	-0,98
		R=	-0,1	-0,95	0,99	-0,14	-0,03	-0,97
7	Франция (n=38)	K <sub>ф</sub> =	-0,2	-0,8	1	0	-0,2	-0,8
		r=	-0,12	-0,82	0,98	-0,47	0,1	-0,93
		R=	-0,1	-0,81	0,95	-0,4	0,13	-0,94
8	Шотландия (n=22)	K <sub>ф</sub> =	0	-1	1	-0,13	0	-0,88
		r=	-0,11	-0,88	0,99	-0,38	0,06	-0,95
		R=	-0,09	-0,83	0,95	-0,38	0,14	-0,94
9	Греция (n=30)	K <sub>ф</sub> =	0	-0,88	1	-0,13	0	-0,88
		r=	0,03	-0,89	0,99	-0,48	0,20	-0,95
		R=	0,09	-0,88	0,96	-0,47	-0,29	-0,97
10	Дания (n=22)	K <sub>ф</sub> =	-0,8	-0,67	0,8	0,5	-1	-0,83
		r=	-0,82	-0,91	0,99	0,51	-0,75	-0,95
		R=	-0,82	-0,9	0,98	0,55	-0,71	-0,95
11	Бразилия (n=38)	K <sub>ф</sub> =	-0,6	-0,4	0,7	-0,1	-0,2	-0,7
		r=	-0,35	-0,85	0,98	-0,21	-0,17	-0,93
		R=	-0,31	-0,83	0,97	-0,18	-0,12	-0,92
12	Аргентина (n=38)	K <sub>ф</sub> =	-0,2	-0,6	0,7	-0,2	0,1	-0,9
		r=	-0,57	-0,6	0,96	-0,32	-0,33	-0,79
		R=	-0,54	-0,67	0,97	-0,2	-0,38	-0,78

Обнаруженная нами очень тесная взаимосвязь подтверждает возможность применения в спортивно-педагогической практике коэффициента корреляции знаков Фехнера как альтернативы коэффициенту Пирсона и ранговому коэффициенту

рангов корреляции Спирмена. Об этом свидетельствует анализ, проведённый с применением коэффициента конкордации (W) для связанных рангов [1].

№	K <sub>ф</sub>	r	r <sub>s</sub>	Ранг K <sub>ф</sub>	Ранг r	Ранг r <sub>s</sub>	$\sum R_{ij}$	$(\sum R_{ij})^2$
1	0,1	-0,27	-0,19	54,5	40	43	137,5	18906,25
2	-0,8	-0,94	-0,9	16,5	8	12,5	37	1369
3	0,8	0,99	0,98	63,5	69	69	201,5	40602,25
4	-0,3	-0,06	-0,15	32,5	53	45	130,5	17030,25
5	0,3	-0,16	-0,06	59	48	53	160	25600
6	-1	-0,97	-0,95	4	2	4	10	100
7	-0,33	-0,43	-0,35	30	33	36	99	9801
·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·
67	-0,2	-0,57	-0,54	40	27	27	94	8836
68	-0,6	-0,6	-0,67	25	26	26	77	5929
69	0,7	0,96	0,97	61,5	61	66	188,5	35532,25
70	-0,2	-0,32	-0,2	40	39	41,5	120,5	14520,25
71	0,1	-0,33	-0,38	54,5	38	34	126,5	16002,25
72	-0,9	-0,79	-0,78	8	24	24	56	3136
Сумма одинаковых рангов=				18	10	16	7884	1128822
				$\sum =$				

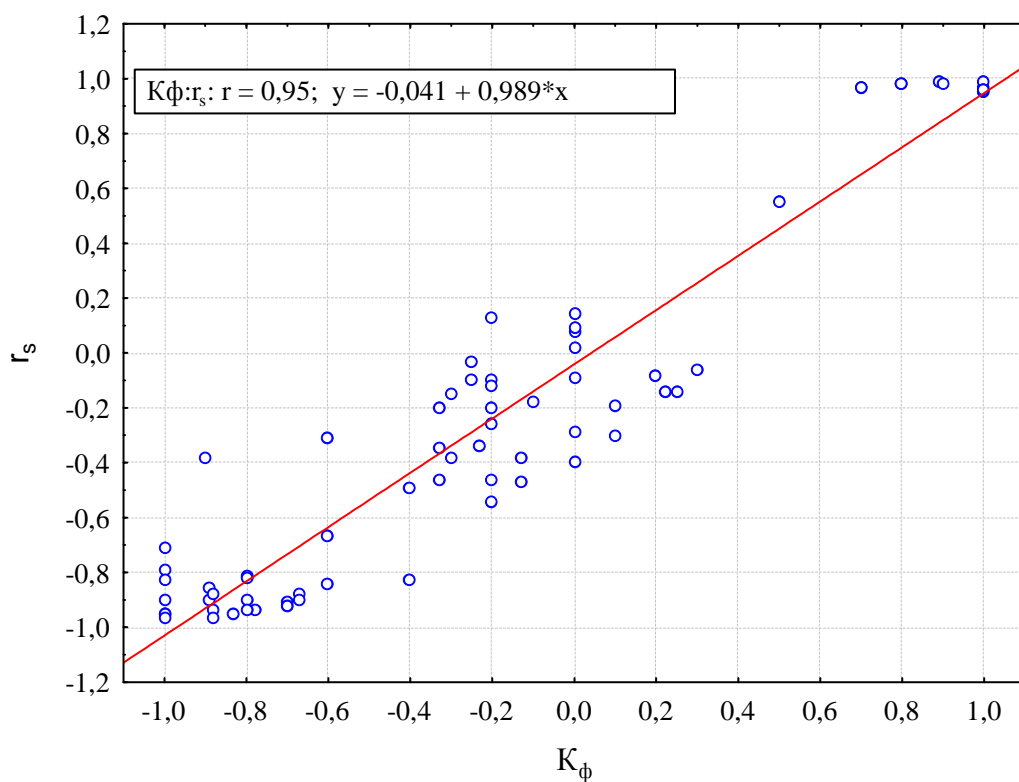


Рис. 1. Линия и уравнение регрессии для зависимостей между  $K_{\phi}$  и  $r_s$

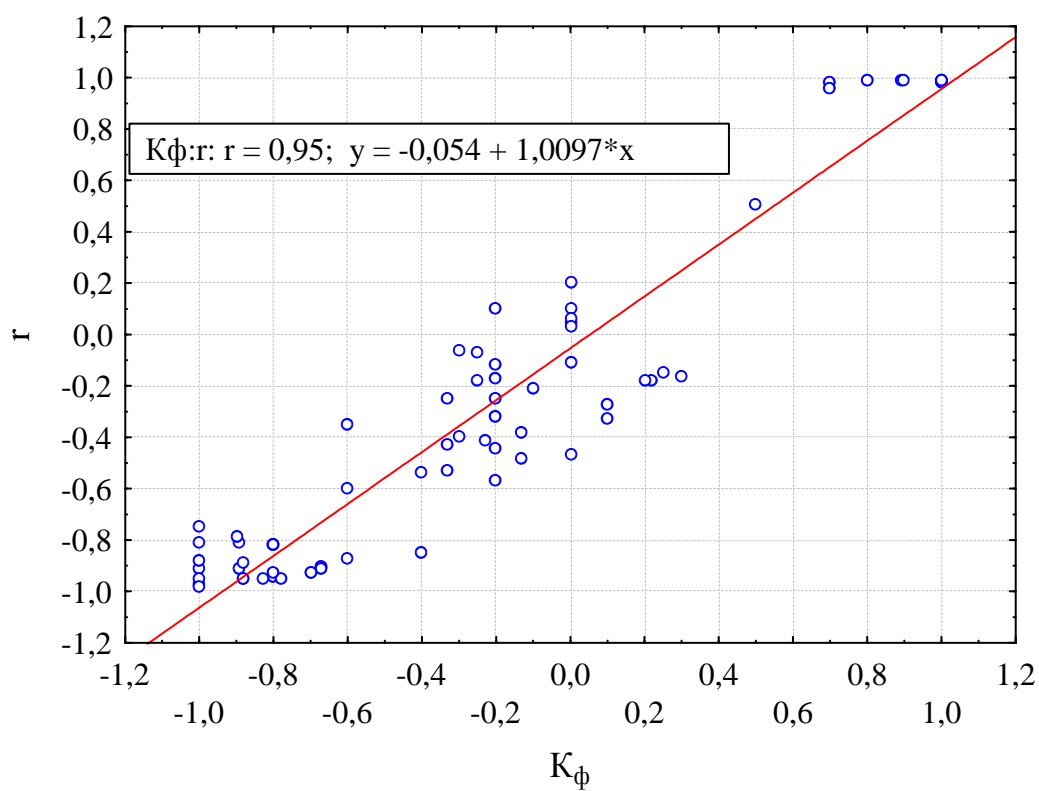


Рис. 2. Линия и уравнение регрессии для зависимостей между  $K_{\phi}$  и  $r$

Произведя расчёты, получили:

$$S = 1128822 - \frac{(7884)^2}{72} = 265524$$

$$W = \frac{12S}{m^2(n-1)n(n+1) - m \sum_1^m (t^3 - t)} = \frac{12 \times 265524}{3^2 \times 71 \times 72 \times 73 - 3 \times [(18^3 - 18) + (10^3 - 10) + (16^3 - 16)]} = 0,958.$$

Таким образом, с помощью экспериментально апробированного способа (применительно к спортивной практике) можно решать практически тот же круг статистических задач, что и с помощью традиционных как параметрических, так и непараметрических методов. Более того, не смотря на то, что коэффициент Фехнера не учитывает величины самих отклонений от средней величины, он позволяет быстро и с определённой степенью точности вычислить направление и степень связи.

#### Библиографический список

1. Афанасьев, В. В. Математическая статистика в командных видах спорта [Текст] : монография /

В. В. Афанасьев, И. Н. Непряев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ярославль : Изд-во ЯГПУ, 2007. – 168 с.

2. Орлов, А. И. Эконометрика [Текст]: учебник / А. И. Орлов. – М.: Экзамен, 2002. – 576 с.

3. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения [Текст] / В. Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 2004. – 208 с.

4. Солодков, А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная [Текст] : учебник / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М.: Терра-Спорт, Олимпия-Пресс, 2001. – 250 с.