

УДК 796.01

**Методика применения многофакторного дискриминантного анализа для
определения наиболее значимых показателей оценки
эмоционального состояния спортсменов**

Примакин Алексей Иванович¹, доктор технических наук

Куликов Михаил Львович², кандидат педагогических наук, доцент

Михайлова Елена Янверовна³, кандидат педагогических наук, доцент

¹*Санкт-Петербургский военный ордена Жукова институт войск национальной гвардии Российской Федерации*

²*Санкт-Петербургский университет МВД России*

³*Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург*

Аннотация. В исследовании представлены результаты тестирования предстартового эмоционального состояния спортсменов. Обработка результатов тестирования осуществлялась посредством методов многофакторного анализа с помощью математического пакета Statistica. Использование статистических методов многофакторного дискриминантного анализа позволило определить наиболее значимые показатели эмоционального состояния.

Ключевые слова: эмоциональное состояние, спортсмены, батарея тестов, дискриминантный анализ.

**Methodology of application of multifactor discriminant analysis for determining
the most significant indicators for assessing the emotional state of athletes**

Primakin Alexey Ivanovich¹, doctor of technical sciences

Kulikov Mikhail L.², candidate of pedagogical sciences, associate professor

Mikhailova Elena Yanverovna³, candidate of pedagogical sciences, associate professor

¹*St. Petersburg Military Order of Zhukov Institute of the National Guard of the Russian Federation*

²*St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*

³*Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg*

Abstract. The study presents the results of testing the pre-start emotional state of athletes. The test results were processed using multivariate analysis methods using the Statistica mathematical package. The use of statistical methods of multifactorial discriminant analysis made it possible to determine the most significant indicators of emotional state.

Keywords: emotional state, athletes, battery of tests, discriminant analysis.

ВВЕДЕНИЕ. Любая деятельность человека протекает на фоне того или иного эмоционального состояния. Это состояние оказывает непосредственное влияние на успешность деятельности. Спортивная деятельность характеризуется высоким уровнем требований, как к физическим качествам спортсмена, так и к его психоэмоциональной сфере. Проблемы эмоционального состояния спортсменов в процессе тренировочной и соревновательной деятельности постоянно находятся в фокусе внимания исследователей [1, 2]. Эмоциональное состояние спортсмена является одним из важнейших факторов, определяющих итоговую результативность соревновательной деятельности в любом виде спорта. Усиление эмоционального возбуждения до какого-то определенного уровня способствует улучшению результативности деятельности, однако затем это возбуждение, по мере возрастания, может оказывать и негативное влияние на деятельность.

В спортивной практике традиционно выделяют следующие формы предстартового эмоционального состояния: боевая готовность, предстартовая лихорадка и предстартовая апатия. Предстартовая лихорадка и предстартовая апатия представляют собой деструктивные состояния, характеризующиеся психологическим дискомфортом и не позволяющие спортсмену реализовать свой потенциал в предстоящих соревнованиях. Оптимальный уровень эмоционального возбуждения в процессе соревновательной деятельности определяется как боевая готовность. При этом необходимо учитывать специфику вида спорта, тактическую и техническую сложность, а также индивидуальные особенности спортсмена, выступающего в соревнованиях.

Рассматривая спортивную деятельность как педагогический процесс управления состоянием спортсмена, необходимо определить систему обратной связи, позволяющей тренеру осуществлять контроль и принимать обоснованные управленческие решения. При этом необходимо учитывать, что эмоциональное состояние – явление сложное, не поддающееся однозначной оценке. На сегодняшний день не существует единой общепризнанной методики его определения. Исследование эмоциональных состояний может идти по трем направлениям: исследование соматических и вегетативных реакций организма; изучение внешнеэмоциональных проявлений (поведение, речь, жесты, мимика и т.п.); самооценка эмоциональных состояний.

Основная задача контроля, которая решается педагогом-тренером, – это определение степени соответствия эмоционального состояния спортсмена предстоящей соревновательной деятельности. Здесь важно определиться с критериями оценки. Очевидно, что при исследовании эмоционального состояния нельзя ограничиваться каким-либо одним методом. В нашем исследовании на примере команды волейболисток использовались тесты, дающие возможность получить информацию об осознаваемых (самооценка самочувствия, настроения, желания играть, готовности к игре), двигательных (реакция на движущийся объект) и вегетативных (биоэлектropотенциометрия) компонентах эмоционального состояния. Критерием успешности соревновательной деятельности каждого игрока является оценка, выставляемая тренером по итогам проведенной игры.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В таблице 1 представлены сводные результаты тестирования эмоционального состояния спортсменок волейболисток перед играми. В качестве показателей представлены: БЭП – биоэлектropотенциометрия; динамометрия максимальная и оптимальная, РДО – реакция на движущийся объект (ошибка реагирования в мс., показатель точности реагирования), самооценки самочувствия, настроения, желания играть и готовности к игре.

По каждому из восьми показателей эмоционального состояния ($x_1, \dots, x_8$) спортсменок представлены результаты статистической обработки батареи тестов с последующей оценкой игры – «успешная» или «неуспешная». В таблице 1 в качестве статистик указаны характеристики положения (средние значения по выборке $\bar{x}$) и разброса или рассеивания (выборочные средние квадратичные отклонения σ).

Таблица 1 – Показатели эмоционального состояния спортсменов перед «успешной» или «неуспешной» игрой

Показатели	Игры			
	«успешные»		«неуспешные»	
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
БЭП (x_1)	29.90	6.14	27.85	8.03
Динамометрия макс. (x_2)	43.30	3.15	40.05	1.93
Динамометрия опт. (x_3)	34.15	7.80	33.20	5.95
РДО (x_4)	0.59	0.12	0.42	0.12
Самочувствие (x_5)	13.80	3.93	12.00	3.58
Настроение (x_6)	13.40	2.84	12.40	3.14
Желание играть (x_7)	14.10	2.88	11.05	2.28
Субъективная оценка готовности к игре (x_8)	14.45	3.03	13.65	4.13

Цель проводимого исследования – принять математически обоснованное решение относительно некоторого сочетания переменных $x_1, x_2, \dots, x_n$, которые позволяют определить характерные отличительные особенности для двух и более групп объектов. В нашем случае такими группами будут являться игры «успешные» и «неуспешные». Алгоритм подобного разделения объектов на группы и получения, как правило, линейных наборов переменных $x_1, x_2, \dots, x_n$, «разделяющих» эти группы, осуществляется в рамках многомерного дискриминантного анализа. Искомая функция называется дискриминантной и в общем виде может быть представлена формулой:

$$F = D_1 \cdot x_1 + D_2 \cdot x_2 + \dots + D_n \cdot x_n,$$

где $x_1, x_2, \dots, x_n$ – переменные, соответствующие каждому объекту; $D_1, D_2, \dots, D_n$ – коэффициенты дискриминантной функции, с помощью которых осуществляется переход от n -мерного пространства первичных переменных к одномерному, т.е. к определенному значению дискриминантной функции F .

С этой целью предлагается использовать математическую программу Statistica, в которой алгоритмы и процедуры многомерного дискриминантного анализа осуществляются в наглядной и доступной для понимания форме [3].

Исходные данные для дискриминантного анализа по эмоциональному состоянию каждого из спортсменов перед игрой с учетом последующего ее результата вводятся в программу Statistica (рис. 1).

Определяем группирующую («Номер команды») и независимые ($x_1, x_2, \dots, x_8$) переменные, а в диалоговом окне указываем метод выбора значимых переменных – «пошаговый с включением». Этот метод формирует на каждом шаге оценку наибольшего вклада соответствующей переменной в процедуру дискриминации, т.е. выявления различия между группами [4].

Оценка этого вклада построена на таких показателях, как «Лямбда Уилкса», «Частная лямбда Уилкса», « F -включить», « p -значение», «Толерантность» и « R -квадрат» (рис. 2).

1 БЭП	2 Динамометрия макс.	3 Динамометрия опт.	4 Реакция на движущийся объект	5 Самочувствие	6 Настроение	7 Желание играть	8 Готовность к игре	9 Номер команды
29	42	45	0,42	16	15	13	13	1
36	42	25	0,69	11	13	12	13	1
27	46	30	0,72	9	9	14	16	1
26	43	27	0,62	14	11	17	19	1
38	44	35	0,6	7	15	15	11	1
39	48	46	0,45	17	17	16	14	1
31	42	23	0,7	18	14	16	11	1
39	44	46	0,41	14	17	14	16	1
24	47	26	0,76	18	11	15	10	1
30	47	38	0,45	13	10	14	19	1
26	36	26	0,65	9	17	15	17	1
35	38	39	0,68	18	16	13	15	1
22	45	26	0,61	7	12	12	18	1
22	42	38	0,67	15	16	23	18	1
36	40	36	0,73	16	15	13	12	1
37	44	41	0,78	17	12	10	15	1
22	46	27	0,49	8	10	16	12	1
26	45	32	0,64	17	17	13	17	1
22	44	45	0,61	18	12	10	14	1
32	42	32	0,75	14	9	11	9	1
36	39	41	0,54	14	12	12	19	2

Рисунок 1 – Исходные данные для дискриминантного анализа в среде математической программы Statistica

Discriminant Function Analysis Summary (Spreadsheet2) Step 6, N of vars in model: 6; Grouping: Номер команды (2 grps) Wilks' Lambda: ,31715 approx. F (6,33)=11,842 p< ,0000						
N=40	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove (1,33)	p-value	Toler.	1-Toler. (R-Sqr.)
Реакция на движущийся объект	0,491314	0,645508	18,12249	0,000161	0,824488	0,175512
Динамометрия макс.	0,446738	0,709919	13,48415	0,000844	0,902462	0,097538
Желание играть	0,397641	0,797773	8,36518	0,006722	0,962835	0,037165
Готовность к игре	0,342065	0,927156	2,59272	0,116882	0,774457	0,225543
Настроение	0,328902	0,964262	1,22306	0,276759	0,855381	0,144619
БЭП	0,327187	0,969317	1,04460	0,314189	0,966180	0,033820

Рисунок 2 – Ранжированная модель влияния переменных ($x_4, x_2, x_7, x_8, x_6, x_1$) на процедуру дискриминации, сформированная в среде математической программы Statistica

Комментируя полученный результат (рис. 2), необходимо отметить, что в основе процесса ранжирования переменных приоритет отдается F -критерию (« F -remove»).

В нашем случае ранжированная последовательность выявила следующие приоритетные переменные: x_4 («Реакция на движущийся объект», F -критерий=18,12); x_2 («Динамометрия макс.», F -критерий=13,48) и x_7 («Желание играть F -критерий=8,37), оказывающие существенное влияние на процесс дискриминации. Эти значения выше, чем значения F -критерия для переменных x_8, x_6, x_1 .

После построения модели, включающей наиболее значимые переменные для процесса дискриминации, переходим к вычислению дискриминантных функций, а точнее, ее коэффициентов дискриминации $D_1, D_2, \dots, D_n$. В результате будет получена таблица для стандартизованных коэффициентов («Standardized Coefficients») (рис. 3).

Variable	Raw Coefficients (Spreadsheet1) for Canonical Variables			
	Root 1			
Реакция на движущийся объект	-6,50881			
Динамометрия макс.	-0,26272			
Желание играть	-0,21336			
Готовность к игре	-0,10237			
Настроение	-0,08274			
БЭП	-0,03018			
Constant	20,29438			
Eigenval	2,15311			
Cum.Prop	1,00000			

Рисунок 3 – Исходные коэффициенты дискриминантной функции, полученные в среде математической программы Statistica

Термин «исходные» в данном случае означает, что представленные коэффициенты могут быть применены в совокупности с наблюдаемыми данными для вычисления «весов» дискриминантной функции, т.е.

$$F = 20,29 - 6,5 \cdot x_4 - 0,26 \cdot x_2 - 0,21 \cdot x_7 - 0,1 \cdot x_8 - 0,08 \cdot x_6 - 0,03 \cdot x_1$$

Таким образом, с помощью дискриминантной функции получаем некоторую координату в дискриминантном пространстве, которая позволяет по удаленности объекта от центра той или иной группы, в нашем случае, «успешные» и «неуспешные» игры, спрогнозировать эмоциональное состояние спортсмена.

ВЫВОДЫ. Представленные в статье процедуры и алгоритмы многомерного дискриминантного анализа в среде математического пакета Statistica позволяют достаточно просто и эффективно производить необходимые математические расчеты с целью определения наиболее значимых показателей для оценки эмоционального состояния спортсменов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рузайкина Н. Н. Психические и эмоциональные состояния спортсменов в тренировочный период // XLVIII Огарёвские чтения : материалы научной конференции. Ч. 2. Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2020. С. 315–318.
2. Муллер О. Ю. Методы регуляции эмоциональными состояниями, влияющими на физическую подготовку спортсменов // Гуманитарное пространство. 2021. Т. 10, № 7. С. 930–938.
3. Ермолаев-Томин О. Ю. Математические методы в психологии. Москва : Юрайт, 2014. 511 с.
4. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Москва : Высшая школа, 2009. 478 с.

REFERENCES

1. Ruzaikina N. N. (2020), "Mental and emotional states of athletes during the training period", *XLVIII Ogarev readings : Materials of the scientific conference, Part 2*, Saransk, N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, pp. 315–318.
2. Miller O. Yu. (2021), "Methods of regulation of emotional states affecting the physical training of athletes", *Humanitarian space*, Vol. 10, No. 7, pp. 930–938.
3. Ermolaev-Tomin O. Yu. (2014), "Mathematical methods in psychology", Moscow, Yurait, 511 p.
4. Gmurman V. E. (2009). "Probability theory and mathematical statistics", Moscow, Higher School, 478 p.

Информация об авторах:

Примакин А.И., профессор кафедры математических, естественнонаучных и общеприкладных дисциплин, E-mail: a.primakin@mail.ru.

Куликов М.Л., доцент кафедры физической подготовки и прикладных единоборств, E-mail: mptica@yandex.ru.

Михайлова Е.Я., профессор кафедры менеджмента и экономики спорта, E-mail: yanverovna@yandex.ru.

Поступила в редакцию 20.03.2024.

Принята к публикации 19.04.2024.