

роль в укреплении обороноспособности страны трудно переоценить. Эффективные методы обучения и тренировки стрелков также активно применяли и при обучении сотрудников силовых ведомств, шло обучение допризывной молодежи.

Может быть, пришло время пересматривать подходы к развитию стрелкового спорта? Наверное, восстановить то, что за три десятилетия утрачено после распада СССР, быстро не получится – одного желания для этого мало. Но думается, что пора возрождать массовый стрелковый спорт, вновь изучать методики обучения и тренировок, которые «рождали» чемпионов. Хочется верить, что средства на развитие стрелковых видов спорта когда-то найдутся. Уже отраднo, что с 2014 года получил вторую жизнь Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «Готов к труду и обороне» (ГТО), нацеленный на развитие массового спорта. Комплекс ГТО включает и стрельбу, но говорить о массовости можно будет тогда, когда снова появятся в достаточном количестве тирy и стрельбища, более доступными станут занятия стрелковыми видами спорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Норейка Р. Её величество система / Р. Норейка // Калашников. Оружие, боеприпасы, снаряжение. – 2010. – № 12. – С. 84–89.
2. Олимпийские чемпионы и призеры по стрельбе : [сайт]. – URL: www.olympic-champions.ru/olympic/sports/shooting/champions/ (дата обращения 02.06.2023).
3. Сапарин В. Академия меткого выстрела / В. Сапарин // Техника – молодежи. – 1935. – Спецвыпуск № 7-8. – С. 122–124.

REFERENCES

1. Noreika R. (2010), “Her Majesty the system”, *Kalashnikov. Weapons, ammunition, equipment*, No. 12, pp. 84–89.
2. *Olympic champions and prize-winners in shooting*, available at www.olympic-champions.ru/olympic/sports/shooting/champions/ (accessed 2 June 2023).
3. Saparin, V. (1935), “Academy of a well-aimed shot”, *Technique – of youth*, Special issue No. 7-8, pp. 122–124.

Контактная информация: ledi.olechka@mail.ru

Статья поступила в редакцию 03.07.2023

УДК 796.015.865.22

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО МЕТОДА

Владислав Николаевич Юшкин, кандидат технических наук, доцент, доцент, Сергей Сергеевич Марченко, кандидат технических наук, доцент, Елена Алексеевна Стрижачкова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Раиса Ивановна Пенькова, старший преподаватель, Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград

Аннотация

Введение. Объективной необходимостью сегодня является обоснование теоретических основ рейтинговых систем по расчету и формированию рейтинговых классификаций в командных видах спорта с позиции имитационного математического моделирования. Цель исследования заключается в исследовании полученных результатов на основе дифференциального метода рейтинговой оценки соревновательной деятельности. Методика и организация исследования. В статье исследуется методика оценивания результатов выступлений, достигнутых участниками спортивных соревнований, с применением дифференциального метода. Метод можно описать как динамический временной процесс, в котором рейтинги команд обновляются после каждого сыгранного матча. Рейтинги команд являются взаимозависимыми от силы команд соперников. В работе используется набор данных Чемпионата России по футболу за сезон 2022-23. Основной проблематикой исследования является то,

что не всегда удается точно предсказать и спрогнозировать результаты выступления команд на основе результатов предыдущих выступлений. Предметом исследования являются теоретические и методологические аспекты применения дифференциального метода рейтинговой оценки соревновательной деятельности. Результаты исследования и их обсуждение. Рассмотрен практический пример применения предложенного метода и получены результаты рейтинговой оценки выступлений команд в соревнованиях. Результаты расчета должны учитывать основное требование: сходимость вычислительного процесса. Выводы. Адекватность математической модели, предложенной для расчета рейтинга, оценена показателем сходимости текущего рейтинга команд, участвующих в матче, с фактически полученным результатом матча. В работе показано, что дифференциальный метод имеет хорошую точность прогнозирования.

Ключевые слова: дифференциальный метод, рейтинг, ранжирование, оценка, соревновательная деятельность.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.07.p383-387

RATING EVALUATION OF COMPETITIVE ACTIVITY USING THE DIFFERENTIAL METHOD

Yushkin Vladislav Nikolaevich, candidate of technical sciences, docent, Marchenko Sergey Sergeevich, candidate of technical sciences, docent, Strizhakova Elena Alekseevna, candidate of agricultural sciences, docent, Penkova Raisa Ivanovna, senior teacher, Volgograd State Agricultural University

Abstract

Introduction. An objective necessity today is to substantiate the theoretical foundations of rating systems for the calculation and formation of rating classifications in team sports from the position of simulation mathematical modeling

The purpose of the study is to study the results obtained on the basis of the differential method of rating evaluation of competitive activity.

The methodology and organization of the study. The article examines the methodology for evaluating the results of performances achieved by participants in sports competitions using the differential method. The method can be described as a dynamic time process in which the ratings of teams are updated after each match played. The ratings of the teams are interdependent on the strength of the opposing teams. The data set of the Russian Football Championship for the 2022-23 season is used in the work. The main problem of the study is that it is not always possible to accurately predict and predict the results of the performance of teams based on the results of previous performances. The subject of the research is the theoretical and methodological aspects of the application of the differential method of rating evaluation of competitive activity.

Research results and discussion. A practical example of the application of the proposed method is considered and the results of the rating evaluation of the performances of teams in competitions are obtained. The calculation results should take into account the main requirement: convergence of the computational process.

Conclusions. The adequacy of the mathematical model proposed for calculating the rating is estimated by the indicator of convergence of the current rating of the teams participating in the match with the actual result of the match. The paper shows that the differential method has good prediction accuracy.

Keywords: differential method, rating, ranking, evaluation, competitive activity.

ВВЕДЕНИЕ

Рейтинги и ранжирование в спорте постоянно развиваются и совершенствуются.

Часто возникает необходимость сопоставить силу соревнующихся команд по сравнению с другими участвующими в соревновании. Процесс упорядочения списка альтернатив на основе их относительной силы называется ранжированием. В большинстве случаев этот список составляется методом ранжирования путем присвоения рейтинга каждой альтернативе, а затем упорядочивания альтернатив в порядке убывания рейтинга. В некоторых исследованиях предлагается линейное упорядочение [4, 5]. Методы ранжирования используются для широкого спектра применений, соревновательная деятельность [1, 2, 3 10], поисковые системы [9] и рекомендательные системы [6].

В спортивных соревнованиях используется популярная изменяющаяся во времени рейтинговая система – метод Эло [8]. В методе Эло старый рейтинг команды обновляется с учетом текущих рейтингов команд соперников. Метод Эло использует логистическую (экспоненциальную) функцию для составления новых рейтингов соперников.

Методы попарного сравнения являются подмножеством методов ранжирования. Эти методы [7] сегодня широко используются. В этой статье мы рассмотрим дифференциальный метод рейтинговой оценки с применением попарного сравнения применительно к спорту. Мы относим альтернативы, ранжируемые как команды, а данные попарного сравнения – к матчам или играм.

Актуальность исследования заключается в необходимости разработки рейтинговой системы оценки соревновательной деятельности, показывающей максимальное соответствие спрогнозированных на основе моделирования результатов с реальными результатами, полученными по итогам проведенного соревнования.

Целью исследования является разработка методики рейтинговой оценки соревновательной деятельности с использованием дифференциального метода.

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Приняв во внимание отсутствие эффективной системы расчета рейтингов в спорте, авторы данного исследования были разработали математическую модель, направленную на повышение соответствия прогнозирования исходов спортивных соревнований полученным результатам.

В работе представлен дифференциальный метод ранжирования футбольных команд. В этом методе используется математическая теория наименьших квадратов. В любой заданный момент времени t дифференциальный метод оценивает команду i в соответствии со следующими двумя факторами: разница в количестве забитых и пропущенных голов командой i до момента времени t и учет соперников, с которыми играла команда i до момента времени t .

Следовательно, команды с высоким рейтингом имеют большую разницу в забитых и пропущенных голах с учетом силы соперников, и, соответственно, являются более сильными командами.

Описание дифференциального метода рейтинговой оценки соревновательной деятельности с применением метода наименьших квадратов.

На первом этапе формируется матрица, в которой учитываются соперники, участвующие в играх рассматриваемого соревнования:

$$[D_{ij}] = \begin{cases} n_i, & \text{если } i = j; \\ -n_{j,i}, & \text{если } i \neq j, \end{cases}$$

где n_i – общее количество игр, сыгранных командой i , $n_{j,i}$ – количество раз, когда команда i играла против команды j .

Необходимым условием является то, чтобы матрица $[D_{ij}]$ была обратимой.

На втором этапе формируется вектор $\{d_i\}$, который содержит общую разницу в забитых и пропущенных головах команды i .

Рейтинговая оценка по дифференциальному методу находится в результате решения системы линейных уравнений:

$$[D]_{m \times m} \{r\}_{m \times 1} = \{d\}_{m \times 1},$$

где $[D]_{m \times m}$ – матрица, в которой учитываются соперники каждой рассматриваемой команды, $\{r\}_{m \times 1}$ – вектор неизвестных рейтингов, а $\{d\}_{m \times 1}$ – вектор суммарных разниц в счете во всех рассматриваемых играх для каждой отдельно взятой команды, m – общее

количество команд, участвующих в соревновании.

При решении системы линейных уравнений зададимся дополнительным условием, что средний рейтинг всех команд равен 0.

Вектор рейтингов $\{r\}$ является решением системы уравнений, полученной с использованием матрицы $[D_{ij}]$, полученной на предыдущем шаге. С использованием полученного вектора рейтингов $\{r\}$ производится ранжирование команд.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве анализируемого соревнования выбираем результаты выступления команд в Чемпионате России по футболу за сезон 2022-23.

Рассчитав систему уравнений с применением предложенной рейтинговой системы, получим следующие результаты (таблица). В таблице используются следующие обозначения: ПМ – это количество исходов, сошедшихся с результатом рейтинговой оценки соперников, РМ – количество матчей с выявленным победителем.

Таблица – Результаты рейтинговой оценки в Чемпионате России по футболу 2022-23 с применением дифференциального метода

№	Команда	Рейтинг	ПМ	РМ	Степень соответствия модели, %
1	«Зенит»	2,236	21	23	91,30
2	ЦСКА	1,095	17	23	73,91
3	«Спартак»	1,028	16	21	76,19
4	«Краснодар»	0,679	17	21	80,95
5	«Локомотив»	0,332	18	24	75,00
6	«Ахмат»	0,278	15	25	60,00
7	«Динамо»	0,084	16	24	66,67
8	«Ростов»	0,017	14	22	63,64
9	«Оренбург»	0,001	19	26	73,08
10	«Крылья Советов»	-0,375	16	22	72,73
11	«Урал»	-0,474	19	24	79,17
12	«Факел»	-0,477	12	18	66,67
13	«Нижний Новгород»	-0,522	15	23	65,22
14	«Сочи»	-0,716	18	25	72,00
15	«Торпедо»	-1,51	21	25	84,00
16	«Химки»	-1,675	20	24	83,33
	Итого:	0,001	274	370	74,05

Как видно из полученных результатов степень соответствия модели у различных команд варьируется в пределах от 60% у команды «Ахмат» до 84% у команды «Торпедо». Средняя степень соответствия для всего турнира составила 74.05% (274/370).

ВЫВОДЫ

Полученные данные свидетельствуют о высокой степени соответствия предложенной математической модели и о возможности применения данной методики для оценки результатов выступлений команд, определения их рейтинга и последующего ранжирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юшкин В.Н. Цифровая модель рейтинговой оценки соревновательной деятельности / В.Н. Юшкин // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 10 (200). – С. 428–431.
2. Baker R.D. A dynamic paired comparisons model: Who is the greatest tennis player? / R.D. Baker, I.G. McHale // European Journal of Operational Research. – 2014. – Vol. 236 (2). – P. 677–684.
3. Callaghan T. Random walker ranking for NCAA division IA football / T. Callaghan, P.J. Mucha, M.A. Porter // American Mathematical Monthly. – 2007. – No. 114 (9). – P. 761–777.
4. Charon I. A survey on the linear ordering problem for weighted or unweighted tournaments / I. Charon, O. Hudry // 4OR. – 2007. – No. 5 (1). – P. 5–60.

5. Charon I. An updated survey on the linear ordering problem for weighted or unweighted tournaments / I. Charon // *Annals of Operations Research*. – 2010. – No. 175 (1). – P. 107–158.
6. Chartier T. March madness to movies / T. Chartier, A. Langville, P. Simov // *Math Horizons*. – 2010. – No. 17 (4). – P. 16–19.
7. David H. Ranking the players in a round robin tournament / H. David // *Revue de l'Institut International de Statistique*. – 1971. – Vol. 39, No. 2. – P. 137–147.
8. Elo A. *The Rating of Chess Players, Past and Present* / A. Elo. – Ishi Press International, 2008. – 208 p.
9. Langville A.N. *Google's PageRank and beyond: The science of search engine rankings* / A.N. Langville, C.D. Meyer. – Princeton, USA : Princeton University Press, 2011. – 224 p.
10. Massey K. *Statistical models applied to the rating of sports teams* / K. Massey. – London, UK : Bluefield College, 1997. – 84 p.

REFERENCES

1. Yushkin, V.N. (2021), “Digital model of rating evaluation of competitive activity”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 10 (200), pp. 428–431.
2. Baker, R.D. and McHale, I.G. (2014), “A dynamic paired comparisons model: Who is the greatest tennis player?”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 236 (2), pp. 677–684.
3. Callaghan, T., Mucha, P.J. and Porter, M.A. (2007), “Random walker ranking for NCAA division IA football”, *American Mathematical Monthly*, Vol. 114 (9), pp. 761–777.
4. Charon, I. and Hudry, O. (2007), “A survey on the linear ordering problem for weighted or unweighted tournaments”, *4OR*, Vol. 5 (1), pp. 5–60.
5. Charon, I. and Hudry, O. (2010), “An updated survey on the linear ordering problem for weighted or unweighted tournaments”, *Annals of Operations Research*, Vol. 175 (1), pp. 107–158.
6. Chartier T., Langville A. and Simov P. (2010), “March madness to movies”, *Math Horizons*, Vol. 17 (4), pp. 16–19.
7. David, H. (1971), “Ranking the players in a round robin tournament”, *Revue de l'Institut International de Statistique*, Vol. 39, No. 2, pp. 137–147.
8. Elo, A. (2008), *The Rating of Chess Players, Past and Present*, Ishi Press International.
9. Langville, A.N. and Meyer, C.D. (2011), *Google's PageRank and beyond: The science of search engine rankings*, Princeton University Press, Princeton.
10. Massey, K. (1997), *Statistical models applied to the rating of sports teams*, Bluefield College, London.

Контактная информация: aup-volgau@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 07.07.2023