

УДК 796.015.865.22:004

**ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ
УПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКОЙ СПОРТСМЕНОВ****Юшкин В.Н.***ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,
Волгоград, e-mail: aup-volgau@yandex.ru*

В настоящее время накоплен огромный материал по результатам командных выступлений разных рангов и в различных видах спорта. Необходимо собрать воедино, обосновать системы расчета и формирования рейтинговых классификаций с применением информационного и математического моделирования, с использованием численных методов. Данная статья наглядно приводит опытный эксперимент применения разработанных информационных технологий в сфере физической культуры и спорта. Целью исследования являются теоретически обоснованные возможности применения численных методов при расчете системы рейтинга в командных видах спорта. Материал и методы. Для эксперимента взяты зафиксированные результаты 6975 матчей выступления команд по футболу высшего дивизиона системы футбольных лиг в США и Канаде. Разработаны системы линейных уравнений, решаемые с применением численных методов расчета и языков программирования высокого уровня для автоматизации процесса вычислений. Результаты. Приведена разработанная и на примере доказанная адекватная система рейтинга, эффективно определяющая силу и возможности команд. Приведенная система определения рейтинга рекомендована как методическая основа для вычисления рейтинга и ранга во всех игровых видах спорта. Системы линейных уравнений дают единственный вариант решения. Формулы подсчета рейтинга математически обоснованы и подтверждены опытными исследованиями. Заключение. Данные, полученные в результате системного анализа с применением новейших разработок, свидетельствуют об адекватности предложенной модели. Разработанный метод системы рейтинговой оценки возможен для применения в прогнозировании результатов выступлений команд в игровых видах спорта. Благодаря внедрению специализированного ПО и информационного моделирования появляются новые возможности для выполнения профессиональной деятельности тренерского коллектива. Ранжирование необходимо в системе управления подготовки спортсменов в командных видах спорта.

Ключевые слова: прогнозирование, рейтинг, моделирование, система, ранг, численный метод, оценка**INFORMATION MODELING IN THE ATHLETES'
TRAINING MANAGEMENT SYSTEM****Yushkin V.N.***Volgograd State Agricultural University, Volgograd, e-mail: aup-volgau@yandex.ru*

Currently, a huge amount of material has been accumulated on the results of team performances of different ranks and in various sports. It is necessary to put together, justify the systems of calculation and formation of rating classifications using information and mathematical modeling, using numerical methods. This article clearly shows an experimental experiment of the application of the developed information technologies in the field of physical culture and sports. The aim of the study is to theoretically substantiate the possibilities of using numerical methods in calculating the rating system in team sports. Material and methods. For the experiment, the recorded results of 6975 matches of the performance of football teams of the top division of the football league system in the USA and Canada were taken. Systems of linear equations have been developed that can be solved using numerical calculation methods and high-level programming languages to automate the calculation process. Results. An adequate rating system developed and proven by example is given, which effectively determines the strength and capabilities of teams. The given rating system is recommended as a methodological basis for calculating the rating and rank in all game sports. A system of linear equations gives a single solution. Rating calculation formulas mathematically sound and confirmed by experimental studies. Conclusion. The data obtained as a result of system analysis using the latest developments indicate the adequacy of the proposed model. The developed method of the rating evaluation system is possible for use in predicting the results of teams' performances in game sports. Thanks to the introduction of specialized software and information modeling, new opportunities appear for the professional activities of the coaching team. Ranking is necessary in the management system for the training of athletes in team sports.

Keywords: forecasting, rating, modeling, system, rank, numerical method, estimation

В настоящее время наблюдается совершенствование системы управления подготовки спортсменов. Анализ результатов игр всех командных видов спорта подтверждает выигрыш более 50% домашних матчей. Это является важным фактором при учете результатов в соревнованиях любых видов спорта. В профессиональных командных выступлениях предпочтение получает команда, принимающая на своем поле гостей.

Отечественная наука принимает концепцию домашнего преимущества своей площадки и ведет разработки универсальной рейтинговой системы в управлении соревновательной деятельности. Возникает острая необходимость определять силу команд, их ранг по отношению к другим командам, составлять прогноз результатов игр, оценивать влияние фактора своего или чужого поля в интересующих нас видах спорта [1].

Работы отечественных ученых Боярского М.Д. [2], Быкова А.В. [3], Максимовой В.М. и Ковылина М.М. [4], Темеревой В.Е. и Гренадерова А.А. [5] посвящены необходимости рейтинговых оценок в спорте. Большой вклад в развитие прогнозирования и разработки моделирования искусственных сетей осуществляет Крутиков А.К. [6].

Целью данного исследования является обоснование возможности применения информационного моделирования в системе управления подготовки спортсменов в командных видах спорта. Информационное моделирование позволяет анализировать важность игры на домашнем поле и математически подтвердить связь этого фактора с окончательным результатом игры. Как частный случай количественной оценки домашнего преимущества, взято в расчет приведенное соотношение забитых и пропущенных голов.

Материалы и методы исследования

Первоначально рассчитаем рейтинг, не беря в расчет воздействие фактора домашнего поля. Сначала примем условное проведение всех матчей на нейтральном поле и определим полученный рейтинг. В расчет в качестве главного показателя принимается зафиксированный в матче счет.

Привычным сложением забитых и пропущенных голов в сыгранных матчах, без учета возможностей соперников, адекватно оценить реальную силу команд невозможно, а это необходимо.

Решение этих вопросов приводит к необходимости решения систем уравнений [7] для определения рейтингов и силы команд

$$R_i = \frac{F_i}{A_i}, \quad (1)$$

где i – количество команд, принятых для расчета системы; R_i – рейтинг i -й команды; F_i ; A_i – соответствующее рассчитанное количество забитых и пропущенных голов i -й команды в сумме.

Суммарное рассчитанное количество забитых и пропущенных голов вычисляется с помощью нижеприведенной формулы:

$$F_i = \sum_{j=1}^n (G_j^f \cdot \sqrt{R_j}); \quad A_i = \sum_{j=1}^n (G_j^a / \sqrt{R_j}), \quad (2)$$

где n – количество игр, проведенных i -й командой; G_j^f , G_j^a – соответственно количество забитых и пропущенных голов i й команды в j -й игре; R_j – рейтинг команды соперника в j -й игре.

Основным условием для решения системы уравнений является рейтинг средней команды, равный единице, т.е.

$$\sum_{i=1}^n F_i / \sum_{i=1}^n A_i = 1, \quad (3)$$

где n – количество команд, принятых для расчета в системе.

Вычисление коэффициента влияния фактора домашнего поля на расчет рейтинга. Ниже приводится формула для вычисления величины коэффициента влияния фактора своего поля, принятая в расчет как средневзвешенное значение по всем сыгранным матчам системы

$$k_v = \sum_{i=1}^n (G_1 / \sqrt{R_1 / R_2}) / \sum_{i=1}^n (G_2 \cdot \sqrt{R_1 / R_2}), \quad (4)$$

где n – количество матчей, с преимуществом своего поля одной из команд; G_1 , G_2 – количество голов, забитых игроками обеих команд соответственно; R_1 , R_2 – рейтинг принимающих хозяев поля и принятых гостей соответственно.

Примечание: при игре на нейтральном поле принимаем $k_v = 1$.

Результаты исследования и их обсуждение

Расчет рейтингов, учитывающих воздействия фактора своего поля. Для расчета воспользуемся зафиксированными результатами 6975 матчей, проведенных командами по футболу в Высшей лиге футбола (Major League Soccer (MLS)), профессиональной футбольной лиге высшего дивизиона системы футбольных лиг в США и Канаде. Период охвата соревнований составляет 26 сезонов (1996/2021), с 6 апреля 1996 г. по 30 октября 2021 г.

На протяжении всего исследуемого периода соревнований команды встречались разное количество раз друг с другом. Возможности применения рейтинговой оценки позволяют смоделировать потенциальную силу команд независимо от количества игр, сыгранных друг против друга.

Полученные результаты расчета систем уравнений без учета фактора своего поля сведены в таблицу (табл. 1). В ней используются следующие обозначения: R_i – рейтинг i -й команды, F_i , A_i – суммарное приведенное количество забитых и пропущенных голов i -й команды соответственно, ПМ – количество сошедшихся исходов с результатом рейтинговой оценки соперников, РМ – количество матчей с выявленным победителем.

Таблица 1

Показатели выступления команд без учета фактора своего поля

№	Команды-участницы	R_i	F_i	A_i	ПМ	РМ	Показатель соответствия модели, %
1.	Лос-Анджелес	1,4641	266,27	181,87	60	96	62,50
2.	Атланта Юнайтед	1,3638	272,89	200,10	77	130	59,23
3.	Нэшвилл	1,3131	75,97	57,86	22	34	64,71
4.	Сиэтл Саундерс	1,3004	687,63	528,77	221	359	61,56
5.	Лос-Анджелес Гэлакси	1,1850	1422,86	1200,68	397	687	57,79
6.	Нью-Йорк Сити	1,1600	384,41	331,38	101	182	55,49
7.	Портленд Тимберс	1,0825	585,80	541,13	151	281	53,74
8.	Спортинг Канзас-Сити	1,0637	1235,43	1161,49	344	648	53,09
9.	Чикаго Файр	1,0345	1157,71	1119,16	320	595	53,78
10.	Нью-Йорк Ред Буллз	1,0244	1292,61	1261,84	342	680	50,29
11.	Коламбус Крю	1,0205	1246,05	1221,00	351	664	52,86
12.	Даллас	1,0199	1271,43	1246,58	358	650	55,08
13.	Ди Си Юнайтед	1,0121	1287,79	1272,44	342	662	51,66
14.	Реал Солт-Лейк	1,0090	781,20	774,19	233	431	54,06
15.	Хьюстон Динамо	1,0082	736,23	730,27	202	387	52,20
16.	Филадельфия Юнион	0,9997	554,99	555,15	168	298	56,38
17.	Сан-Хосе Эртквейкс	0,9645	1096,68	1136,99	304	570	53,33
18.	Нью-Ингленд Революшн	0,9453	1221,49	1292,19	344	649	53,00
19.	Миннесота Юнайтед	0,9215	235,44	255,48	73	128	57,03
20.	Тампа-Бэй Мьютени	0,9097	324,59	356,80	89	165	53,94
21.	Ванкувер Уайткэпс	0,8990	476,28	529,80	151	273	55,31
22.	Колорадо Рэпидз	0,8898	1104,76	1241,52	358	654	54,74
23.	Торонто	0,8875	677,59	763,50	206	368	55,98
24.	Клёб де Фут Монреаль	0,8768	469,34	535,26	149	270	55,19
25.	Майами Фьюжн	0,8626	202,06	234,25	58	106	54,72
26.	Орландо Сити	0,8521	321,83	377,66	96	165	58,18
27.	Чивас США	0,7372	358,87	486,77	153	246	62,20
28.	Остин	0,6354	32,43	51,04	20	28	71,43
29.	Интер Майами	0,6278	57,10	90,95	35	49	71,43
30.	Цинциннати	0,4409	80,10	181,68	57	71	80,28
	Итого:	1.0	19917,83	19917,80	5782	10526	54,93

Учитывая фактор своего поля при расчете системы уравнений, вычисляем следующие результаты и заносим полученные данные в таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Показатели выступления команд с учетом фактора своего поля

№	Команды-участницы	R_i	F_i	A_i	ПМ	РМ	Показатель соответствия модели, %
1.	Лос-Анджелес	1,4293	260,18	182,04	68	96	70,83
2.	Атланта Юнайтед	1,3367	264,62	197,97	86	130	66,15
3.	Сиэтл Саундерс	1,3097	675,94	516,11	249	359	69,36
4.	Нэшвилл	1,2508	72,74	58,16	24	34	70,59
5.	Лос-Анджелес Гэлакси	1,1894	1405,00	1181,31	462	687	67,25
6.	Нью-Йорк Сити	1,1434	376,37	329,16	124	182	68,13
7.	Портленд Тимберс	1,0901	576,91	529,20	189	281	67,26
8.	Спортинг Канзас-Сити	1,0487	1211,57	1155,36	432	648	66,67
9.	Чикаго Файр	1,0397	1141,14	1097,52	404	595	67,90
10.	Нью-Йорк Ред Буллз	1,0315	1281,41	1242,24	448	680	65,88
11.	Реал Солт-Лейк	1,0273	766,15	745,80	312	431	72,39

Окончание табл. 2							
№	Команды-участницы	R_i	F_i	A_i	ПМ	РМ	Показатель соответствия модели, %
12.	Даллас	1,0217	1250,19	1223,64	444	650	68,31
13.	Коламбус Крю	1,0134	1221,56	1205,41	448	664	67,47
14.	Хьюстон Динамо	0,9985	714,61	715,65	279	387	72,09
15.	Филадельфия Юнион	0,9968	544,81	546,58	205	298	68,79
16.	Ди Си Юнайтед	0,9897	1256,89	1270,01	441	662	66,62
17.	Сан-Хосе Эртквейкс	0,9681	1082,44	1118,16	375	570	65,79
18.	Миннесота Юнайтед	0,9634	235,49	244,44	92	128	71,88
19.	Нью-Инглэнд Революшн	0,9586	1210,70	1262,98	432	649	66,56
20.	Колорадо Рэпидз	0,9071	1092,99	1204,86	452	654	69,11
21.	Тампа-Бэй Мьюгини	0,8993	320,53	356,44	96	165	58,18
22.	Торонто	0,8952	669,32	747,69	245	368	66,58
23.	Ванкувер Уайткэпс	0,8882	465,26	523,81	184	273	67,40
24.	Клёб де Фут Монреаль	0,8711	458,83	526,75	182	270	67,41
25.	Орландо Сити	0,8428	315,05	373,82	112	165	67,88
26.	Майами Фьюжн	0,8419	195,66	232,41	76	106	71,70
27.	Чивас США	0,7468	358,64	480,24	163	246	66,26
28.	Остин	0,5862	29,94	51,08	20	28	71,43
29.	Интер Майами	0,5794	54,43	93,95	33	49	67,35
30.	Цинциннати	0,4607	82,50	179,09	55	71	77,46
Итого:		1.0	19591,87	19591,88	7132	10526	67,76

Рассчитанный коэффициент влияния фактора проведения матчей на домашнем поле в приведенном варианте расчета $k_v = 11726,34 / 8146,65 = 1,439$. Полученный ранее аналогичный показатель в Национальной хоккейной лиге $k_v = 1,087$ [8], в Главной бейсбольной лиге $k_v = 1,044$, в Российской футбольной национальной лиге $k_v = 1,083$. Это свидетельствует о том, что в Высшей лиге футбола (Major League Soccer (MLS)) фактор проведения матчей на своем поле в большей степени оказывает влияние, чем в Национальной хоккейной лиге, Главной бейсбольной лиге и в Российской футбольной национальной лиге.

Полученные результаты подтверждают, что степень соответствия разработанной

математической модели составила 67.76% и незначительно выше показателей, зарегистрированных в хоккее.

Анализируя и сравнивая полученные результаты, делаем вывод: влияние фактора своего поля в сезонах 1996/2021 составил 43.9%.

Следующим этапом расчетов является оценка соответствия модели с учетом фактора своего поля выступления команд по сезонам, полученные результаты приведены в таблице (табл. 3).

Максимальное соответствие модели наблюдается в сезонах 2016, 2017, 2018, в которых оно превышает 70%. По подобию участников самым сильным оказался 2018 год.

Таблица 3

Сезонные показатели выступления команд, учитывающие фактор своего поля

№	Сезоны выступлений	R_i	F_i	A_i	ПМ	РМ	Показатель соответствия модели, %
1.	1996	1,0017	581,18	580,21	94	140	67,14
2.	1997	0,9963	549,73	551,80	88	138	63,77
3.	1998	0,9921	715,12	720,84	108	169	63,91
4.	1999	0,9882	588,25	595,25	91	149	61,07
5.	2000	0,9879	644,24	652,16	118	173	68,21
6.	2001	0,9897	555,20	560,96	95	145	65,52
7.	2002	1,0138	466,74	460,37	87	133	65,41
8.	2003	1,0118	464,41	459,01	77	118	65,25

Окончание табл. 3

№	Сезоны выступлений	R_i	F_i	A_i	ПМ	РМ	Показатель соответствия модели, %
9.	2004	1,0167	414,89	408,06	79	113	69,91
10.	2005	0,9914	568,68	573,63	98	155	63,23
11.	2006	0,9892	521,06	526,77	98	145	67,59
12.	2007	0,9902	529,80	535,06	97	153	63,40
13.	2008	0,9891	600,94	607,55	111	160	69,38
14.	2009	1,0021	581,06	579,86	113	163	69,33
15.	2010	1,0028	608,79	607,07	120	192	62,50
16.	2011	1,0010	805,86	805,02	144	213	67,61
17.	2012	0,9964	867,16	870,31	174	258	67,44
18.	2013	0,9939	862,15	867,47	176	253	69,57
19.	2014	1,0003	947,73	947,43	171	245	69,80
20.	2015	1,0069	963,92	957,33	196	282	69,50
21.	2016	1,0046	989,31	984,83	183	249	73,49
22.	2017	1,0179	1115,50	1095,86	214	297	72,05
23.	2018	1,0349	1286,76	1243,42	232	322	72,05
24.	2019	1,0046	1267,66	1261,85	230	329	69,91
25.	2020	1,0003	921,79	921,48	152	248	61,29
26.	2021	0,9636	1173,96	1218,29	220	321	68,54
	Итого:	1.0	19591,87	19591,87	3566	5263	67,76

Заключение

Средний показатель преимущества домашней игры, полученный в этих исследованиях, составил 43,9%.

Опираясь на полученные результаты, делаем вывод о значимости игры команды любого ранга на домашнем поле: игра на чужом поле не способствует поднятию боевого духа команды гостей; мощная поддержка болельщиков является психологическим фактором, оказывающим влияние на итоговый результат игры преимущественно в пользу хозяев поля.

Сравнивая результаты игр в Высшей лиге футбола (Major League Soccer (MLS)) и Национальной хоккейной лиге в Северной Америке, получаем показатель более сильного влияния фактора своего поля в Высшей лиге футбола. Результаты игр, сведенные в таблицы с целью получения данных, просчитанных с применением численных методов, свидетельствуют об адекватности предложенной модели. Разработанный метод рейтинга возможно применять для оценки и прогнозирования результатов выступлений команд.

Благодаря внедрению специализированного ПО и информационного моделирования в систему управления подготовки

спортсменов в командных видах спорта в работе тренерского коллектива появляются новые возможности.

Список литературы

1. Полозов А.А. Рейтинг в спорте: вчера, сегодня, завтра. М.: Советский спорт, 2007. 316 с.
2. Боярский М.Д. Об одной математической модели индивидуального ранжирования в игровых видах спорта // Наука сегодня: история и современность: материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 8–11.
3. Быков А.В. Система рейтинга в командных игровых видах спорта (хоккей с шайбой, хоккей на траве, флорбол) // Символ науки: международный научный журнал. 2015. № 8. С. 222–224.
4. Максимова В.М., Ковылин М.М. Рейтинговые оценки как средство управления развитием велосипедного спорта в России // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. 2009. № 1 (15). С. 15–30.
5. Темерева В.Е., Гренадеров А.А. Возможности введения рейтинга в греко-римскую борьбу // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Московская государственная академия физической культуры. 2013. С. 148–150.
6. Крутиков А.К. Каскадная структура системы прогнозирования на основе различных моделей искусственных нейронных сетей // Южно-Сибирский научный вестник. 2021. № 1 (35). С. 46–52.
7. Юшкин В.Н. Система определения рейтинга // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2020. № 1. С. 122–126.
8. Юшкин В.Н. Оценка результатов выступления команд с применением математической модели // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2020. № 11 (189). С. 601–607.