

ПРОГНОЗ ДОСТИЖЕНИЙ ВЕДУЩИХ ПЯТИБОРОК МИРА НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Севдалев С.В.**

канд. пед. наук, доцент
Гомельский
государственный
университет
им. Ф. Скорины

**Старченко В.Н.**

канд. пед. наук, доцент
Гомельский
государственный
университет
им. Ф. Скорины

В статье отражены прогнозы спортивных достижений высококвалифицированных спортсменок, специализирующихся в современном пятиборье. Представлены среднегрупповые результаты и их вариации ведущих пятиборок мира, показанные ими в возрасте 18 до 27 лет; семейство эмпирических кривых, отражающих динамику результатов 12 ведущих пятиборок мира и аппроксимационная кривая, показывающая динамику среднегруппового результата этих спортсменок; семейство аппроксимационных кривых, моделирующих динамику среднегруппового результата и динамику сигмальных интервалов ведущих пятиборок мира. С использованием математических моделей спрогнозированы среднегрупповые результаты ведущих пятиборок.

Ключевые слова: прогноз достижений; современное пятиборье; высококвалифицированные спортсменки; математическое моделирование.

ACHIEVEMENTS FORECAST OF THE WORLD'S LEADING FEMALE PENTATHLETES BASED ON MATHEMATICAL MODELING

The article reflects the forecasts of sports achievements of highly qualified athletes specializing in modern pentathlon. The following data are presented: average group results and their variation of the world's leading pentathletes, shown by them at the age of 18 to 27; a family of empirical curves reflecting the dynamics of the results of the 12 leading pentathletes of the world and an approximation curve showing the dynamics of the average group result of these athletes; a family of approximation curves that model the dynamics of the average group result and the dynamics of sigma intervals of the world's leading pentathletes. Using mathematical models, the average group results of the leading pentathlon athletes have been predicted.

Keywords: achievement forecast; modern pentathlon; highly qualified female athletes; mathematical modeling.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений в спортивной науке, по мнению специалистов, является спортивная прогностика, интенсивно развивающаяся в последнее время с приходом новых современных методов анализа и прогнозирования данных [1].

Неподдельный интерес у специалистов в области спорта вызывает желание знать будущие спортивные результаты. Прогнозирование достижений спортсменов – важная педагогическая задача, решение которой может повысить эффективность тренировочного процесса, а также положительно решить проблему отбора наиболее перспективных спортсменов.

Среди большого количества научных методов прогнозирования авторами выделяются основные, наиболее часто используемые: экстраполяция, моделирование, опрос экспертов и населения, историческая аналогия, прогнозные сценарии, матрицы взаимовлияющих факторов, и т. д. Среди перечисленных основных методов прогнозирования условно выделяется три базовых класса: экстраполяция, моделирование и опрос экспертов [2].

В число важнейших объектов прогнозирования в спорте входит прогноз количества медалей и результатов победителей, особенно это касается Олимпийских игр и чемпионатов мира [2].

Не менее значимым объектом прогнозирования в спорте выступает сам спортивный результат. Принято

считать, что в видах спорта с объективно измеряемыми результатами, полученными в относительно постоянных внешних условиях (легкая атлетика, плавание и др.), это можно сделать весьма легко [1].

Ряд авторов при прогнозировании результатов в циклических видах спорта рекомендуют применение математического аппарата, используя стандартную программу Excel, аппроксимируя данные полиномом второй степени [3].

А.В. Ермаков, П.Е. Мясинченко в своих исследованиях при прогнозировании достижений спортсменов в зимних видах спорта в качестве основного метода использовали полиномиальный тренд скользящей средней относительной спортивной результативности спортсмена [4].

В последнее время все чаще появляются научные публикации, в которых авторы освещают применение нейронных сетей для анализа и прогнозирования данных. Авторами представлен кластерный и дискриминантный анализ результатов в спортивных играх, регрессионный анализ спортивных показателей бейсболистов, анализ временного ряда мировых рекордов в легкой атлетике [5].

В свою очередь, проведенная Ю.Ф. Курамшиным апостериорная верификация прогнозов показала, что их точность зависит от специфики спортивной дисциплины и характера динамики роста мировых и олимпийских рекордов, длительности периода ретроспекции, на базе которого делается прогноз прогнозируемого периода. Автором особо отмечается роль используемых методов прогнозирования и наличия информации о факторах, влияющих на показанные результаты [1].

В основном публикации, освещающие вопросы прогнозирования спортивных результатов в спорте высших достижений, посвящены индивидуальным видам спорта, подобных исследований в видах спортивных многоборий крайне мало. Одним из самых сложных и в то же время зрелищных видов спортивных многоборий по праву является современное пятиборье. Белорусские многоборцы,

как правило, входят в число сильнейших спортсменов мира. В последние годы наилучших результатов добивались представители женского современного пятиборья [6, 7].

Следует отметить, что планирование тренировочного процесса в современном пятиборье осложнено ввиду того, что в последнее время неоднократно изменялись правила соревнований. Согласно новому формату, соревнования по современному пятиборью проходят практически без перерыва, виды пятиборья следуют один за другим, крупнейшие турниры включают в себя несколько этапов проведения соревнований.

Тем не менее, прогнозирование спортивного результата является важным средством оптимального планирования и управления подготовкой спортсменов к крупнейшим соревнованиям и необходимым условием для организации процесса многолетней спортивной подготовки.

Цель исследования: на основе математического моделирования спрогнозировать спортивный результат спортсменов, специализирующихся в современном пятиборье.

Таблица 1. – Результаты выступлений ведущих пятиборок мира в возрасте 18–27 лет (очки)

№	Спортсменка	Возраст									
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	Z-	1223	1262	1268	1319						
2	M-	1224	1275	1279	1275	1289					
3	I-	1225	1267	1285	-	1291					
4	H-	1226	1282	1281	1321	1381					
5	G-	1227	1243	1365	1325	1412					
6	K-		1230	1239	1286	1286	1223	1327	1280	1330	1349
7	B-				1280	1362	1241	1318	1314	1361	1341
8	L-		1243	1266	1286	1356	1324	1360			
9	P-	1270	1289	1311	1279	1258	1356	1271	1351	1358	1370
10	O-			1219	1259	1322	1267	1329	1281	1326	1334
11	M-	1182	1303	1357	1049	1324	1416				
12	G-	1220	1244	1287	1304	1287					
13	C-		1276	1219		1181	1279		1257		
14	S-			1259	1255	1309	1280	1360	1314	1320	1368
15	B-				1248	1201	1286	1283	1333	1301	1307
16	T-	1233	1286	1313	1330	1340	1303				
17	A-				1224	1198	1260	1260	1310	1271	1310
18	R-	1098	1111	1184	1305	1231					
19	K-		1296	1305	1283	1211	1337	1280	1296	1349	1340
20	G-						1357	1303	1292	1359	1377
21	M-				1289	1280	1314	1332	1327	1361	1342
22	S-				1310	1183	1288	1270	1272	1275	1303
23	O-	1245	1307	1249	1297	1317	1342	1350			
24	K-	1231	1254	1297	1310	1310	1318	1310	1340	1348	1330
25	V-				1196	1254	1279	1259	1327		

Методы исследования: теоретический анализ и обобщение данных научно-методической литературы, анализ протоколов крупнейших соревнований по современному пятиборью, математическое моделирование, математико-статистические методы [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами были собраны и проанализированы результаты, показанные 25 сильнейшими пятиборцами мира на крупнейших соревнованиях (чемпионаты мира, финалы Кубка мира, начиная с 2014 года, и Олимпийские игры 2016, 2020 годов) (таблица 1).

Во внимание принимался и подвергался статистической обработке лучший результат сезона, показанный этими спортсменками на протяжении спортивной карьеры в возрасте от 18 до 27 лет. Напомним, что в 18-летнем возрасте спортсменки начинают официально выступать по полной программе современного пятиборья. Среднегрупповые резуль-

таты ведущих пятиборок планеты, показанные ими в возрасте 18–27 лет, представлены в таблице 2. Следует иметь в виду, что объем выборок варьируется по годам от 12 до 23 спортсменок, поэтому говорить о динамике результатов не приходится.

Вместе с тем можно предположить, что средний результат спортсменок с возрастом имеет тенденцию к увеличению (рисунок 1).

Чтобы отследить и проанализировать именно динамику спортивного результата пятиборок, мы отобрали 12 спортсменок, по которым есть полная статистика в возрастном диапазоне от 21 до 27 лет. Среднегрупповые результаты ведущих пятиборок планеты ($n=12$), показанные ими в возрасте 21–27 лет, представлены в таблице 3.

Семейство эмпирических кривых, отражающих динамику результатов 12 ведущих пятиборок мира, и аппроксимационная кривая, показывающая динамику среднегруппового результата этих спортсменок, представлены на рисунке 2.

Воспользовавшись данными таблицы 3, построим семейство аппроксимационных кривых, моделирующих динамику среднегруппового результата и динамику сигмальных интервалов 12 ведущих пятиборок мира (рисунок 3). Аппроксимационные кривые получены путем построения математических моделей зависимостей « Y – возраст», « $Y+\delta$ – возраст», « $Y-\delta$ – возраст» с использованием степенной функции $Y=a*x^b$, где Y – среднегрупповой результат, x – возраст, a и b – коэффициенты. Достоверность аппроксимации (R^2) колеблется от 0,758 до 0,963, что неплохо.

Воспользовавшись математическими моделями, можно экстраполировать упомянутые зависимости на ближайшие годы и спрогнозировать среднегрупповые результаты пятиборок в возрасте 28, 29, 30 лет. Следует помнить, что достоверность прогнозов снижается с увеличением срока прогнозирования, поэтому уходить в будущее далее трех лет не следует.

Результаты прогнозирования среднегрупповой результативности 12 ведущих пятиборок мира при достижении ими возраста 28–30 лет представлены в таблице 4.

Таким образом, можно спрогнозировать, что в возрасте 28 лет исследуемые пятиборки будут показывать среднегрупповой результат 1346,36 очка, при этом большинство (порядка 2/3) из них будет демонстрировать результат в диапазоне от 1320,62 до 1368,43 очка.

Таблица 2. – Среднегрупповые результаты ведущих пятиборок планеты (объем выборок варьируется по годам от 12 до 23), показанные ими в возрасте 18–27 лет

n	Возраст (лет)	Y_{cp} (очки)	δ (очки)
12	18	1217,00	42,39
16	19	1260,50	46,08
18	20	1276,83	46,08
22	21	1277,81	60,19
23	22	1287,68	64,11
18	23	1305,35	46,98
15	24	1310,93	35,46
13	25	1307,92	27,06
12	26	1329,92	32,61
12	27	1339,25	24,54

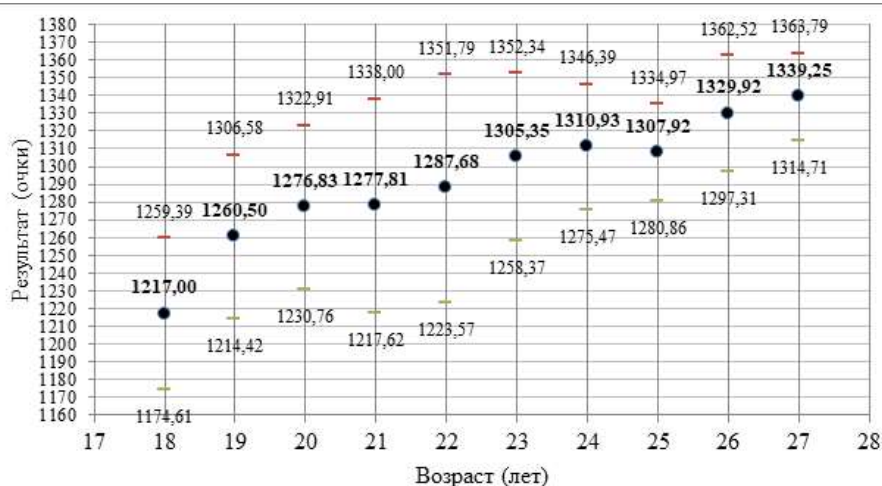


Рисунок 1. – Среднегрупповые результаты и их вариация (в пределах $Y_{cp} \pm \delta$) топовых пятиборок планеты, показанные ими в возрасте 18–27 лет (по данным таблицы 1)

Таблица 3. – Среднегрупповые результаты ведущих пятиборок планеты (n=12), показанные ими в возрасте 21–27 лет

Возраст (лет)	21	22	23	24	25	26	27
Y _{ср} (очки)	1273,583	1273,333	1293,917	1303,583	1309,167	1329,917	1339,25
δ (очки)	25,33	63,07	43,35	30,90	25,46	32,61	24,54

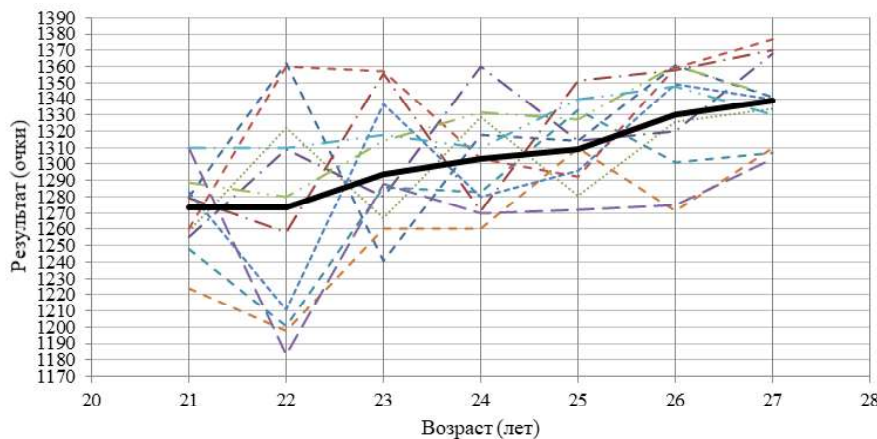


Рисунок 2. – Семейство эмпирических (пунктирных) кривых, отражающих динамику результатов 12 ведущих пятиборок мира и аппроксимационная (сплошная) кривая, показывающая динамику среднего группового результата этих спортсменов (по данным таблиц 1 и 3)

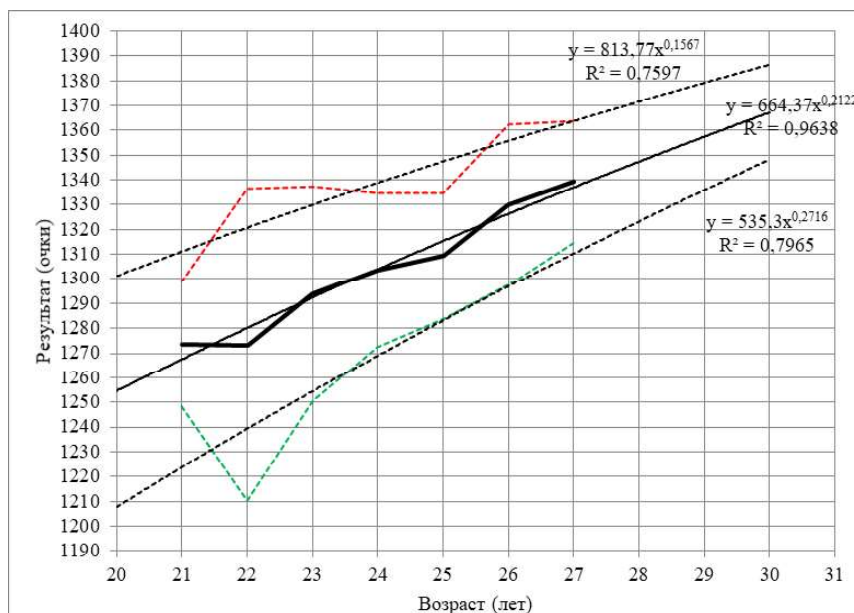


Рисунок 3. – Семейство аппроксимационных кривых, моделирующих динамику среднего группового результата (сплошная линия) и динамику сигмальных интервалов (пунктирные линии) 12 ведущих пятиборок мира

Таблица 4. – Результаты прогнозирования среднего группового результативности 12 ведущих пятиборок мира при достижении ими возраста 28–30 лет (очки)

Параметр	Возраст (лет)							Математическая модель	Возраст (лет)		
	21	22	23	24	25	26	27		28	29	30
Y _{ср}	1273,58	1273,33	1293,92	1303,58	1309,17	1329,92	1339,25	$Y = 664,3 \times 0,212$	1346,36	1356,42	1366,20
Y _{ср} +δ	1298,92	1336,40	1337,26	1334,48	1334,62	1362,52	1363,79	$Y = 813,7 \times 0,156$	1368,43	1375,94	1383,23
Y _{ср} -δ	1248,25	1210,27	1250,57	1272,68	1283,71	1297,31	1314,71	$Y = 535,3 \times 0,271$	1320,62	1333,24	1345,54

В возрасте 29 лет исследуемые пятиборки будут показывать среднего группового результат 1356,42 очка, при этом большинство из них будет демонстрировать результат в диапазоне от 1333,24 до 1375,94 очка.

В возрасте 30 лет исследуемые пятиборки будут показывать среднего группового результат 1366,20 очка, при этом большинство из них будет демонстрировать результат в диапазоне от 1345,54 до 1383,23 очка.

Что касается прогноза индивидуальных достижений пятиборок, то его достоверность по понятным причинам не может быть высокой. Как можно увидеть на рисунке 2, вариация результатов выступлений отдельных пятиборок весьма большая. Возьмем для примера результаты выступления одного из лидеров белорусской сборной команды по современному пятиборью спортсменки «S» (таблица 5, рисунок 4).

Качество аппроксимации экспериментальной кривой уравнением степенной функции $Y=578 \times 0,258$ невысоко $R^2=0,583$. Вариацию показателя результативности по отдельным годам установить не удастся. Поэтому вероятность предсказания также будет не очень высокой. Тем не менее, воспользовавшись математической моделью, можно со всей осторожностью предположить, что в возрасте 28 лет белорусская спортсменка может показать результат в районе 1370 очков, в возрасте 29 лет – 1382, а в возрасте 30 лет – в районе 1394 очков.

Таблица 5. – Результаты выступления белорусской спортсменки «S» в возрасте 21–27 лет

Возраст (лет)	21	22	23	24	25	26	27
Результат (очки)	1255	1309	1280	1360	1314	1320	1368

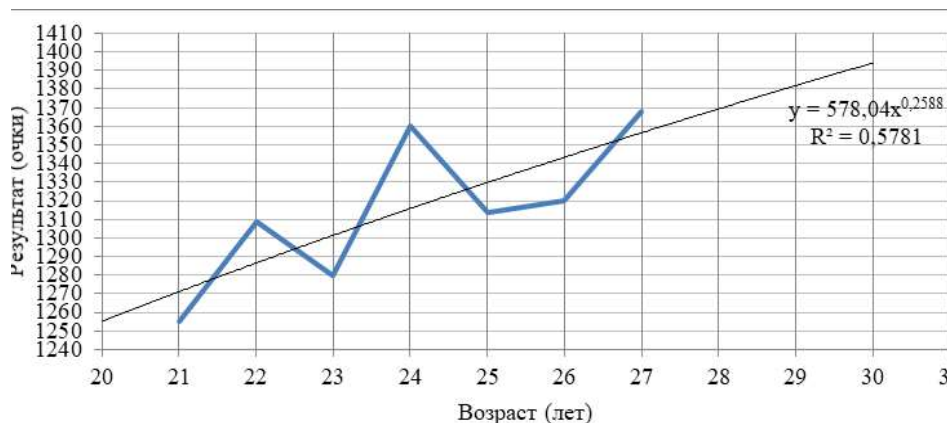


Рисунок 4. – Динамика результативности белорусской пятиборки «S» в возрасте 21–27 лет

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогнозирование спортивного результата является важным средством оптимального планирования и управления подготовкой спортсменов к крупнейшим соревнованиям и необходимым условием организации процесса многолетней спортивной подготовки.

Анализ результатов, показанных 25 сильнейшими пятиборками мира на крупнейших соревнованиях (чемпионаты мира, финалы Кубка мира, начиная с 2014 года и Олимпийские игры 2016, 2020 годов), позволил предположить существование взаимосвязи между возрастом спортсменок и демонстрируемым ими среднегрупповым результатом.

На основе анализа результативности 12 спортсменок, по которым есть полная статистика в возрастном диапазоне от 21 до 27 лет, были построены математические модели зависимостей «Y – возраст», «Y+δ – возраст», «Y-δ – возраст» с использованием степенной функции $Y = a \cdot x^b$, где Y – среднегрупповой результат, x – возраст, a и b – коэффициенты.

Зависимость «Y – возраст» описывается моделью $Y = 664,3 \times 0,212$ (качество аппроксимации $R^2 = 0,963$, что весьма неплохо), зависимость «Y+δ – возраст» описывается моделью $Y = 813,7 \times 0,156$ ($R^2 = 0,758$), зависимость «Y-δ – возраст» описывается моделью $Y = 535,3 \times 0,271$ ($R^2 = 0,786$).

Экстраполяция позволила спрогнозировать среднегрупповые результаты ведущих пятиборки в возрасте 28, 29, 30 лет. Прогноз показал, что в возрасте 28 лет исследуемые пятиборки будут показывать среднегрупповой результат 1346 очков, при этом большинство (порядка 2/3) из них будет демонстрировать результат в диапазоне от 1320 до 1368 очков.

В возрасте 29 лет пятиборки будут показывать среднегрупповой результат 1356 очков, при этом большинство из них будет демонстрировать результат в диапазоне от 1333 до 1376 очков.

В возрасте 30 лет пятиборки будут показывать среднегрупповой результат 1366 очков, при этом большинство из них будет демонстрировать результат в диапазоне от 1345 до 1383 очков.

■ ЛИТЕРАТУРА

1. Курамшин, Ю. Ф. Проблемы прогнозирования высших спортивных достижений / Ю. Ф. Курамшин // Ученые записки ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – 2005. – № 18. – С. 40–58.
2. Ерохина, О. А. Прогнозирование в легкой атлетике / О. А. Ерохина, Т. Е. Фатьянова, Т. В. Синицына // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. – 2016. – № 49. – ч. 2. – С. 141–147.
3. Мишин, А. В. Инновационные технологии подготовки спортсменов / А. В. Мишин, Ю. А. Ипполитов // Вестник спортивной науки. – 2009. – № 5. – С. 3–5.
4. Ермаков, А. В. Прогнозирование с использованием методов математического моделирования в спорте высших достижений на примере зимних видов спорта / А. В. Ермаков, П. Е. Мякинченко // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 2. – С. 52–54.
5. Касюк, С. Т. Использование нейронных сетей для анализа и прогнозирования данных в физической культуре и спорте / С. Т. Касюк, Е. М. Вахтомова // Ученые записки ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – 2013. – № 12 (106). – С. 72–77.
6. Севдалев, С. В. Моделирование соревновательной деятельности высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в современном пятиборье / С. В. Севдалев // Мир спорта. – 2021. – № 2 (83). – С. 54–59.
7. Старченко, В. Н. Модель соревновательной культуры спортсменов, специализирующихся в современном пятиборье / В. Н. Старченко, С. В. Севдалев // Мир спорта. – 2023. – № 1 (90). – С. 47–51.
8. Старчанка, У. М. Спартьуная метралогія : падр. / У. М. Старчанка. – Мінск : РІВШ, 2021. – 368 с.

15.05.2023