

## Слагаемые успеха в биатлоне

М. А. Суворова, И. А. Осетров

В статье рассматривается применение методов корреляционного и регрессионного анализа для возможности определения тренированности и успешного выступления в биатлоне. Статистическому анализу подвергнуты индивидуальные гонки, спринт, гонка преследования и эстафета.

**Ключевые слова:** биатлон, коэффициент корреляции, линия регрессии, коэффициент детерминации, прогноз выступлений, индивидуальная гонка, персьют, спринт, эстафета.

## Composed Success in Biathlon

M. A. Suvorova, I. A. Osetrov

In the article the use of methods of correlation and regressive analysis for definition of the sportsmen's level of training and successful performance in biathlon is considered. Individual races, sprint, race of pre-following and relay race are subjected the statistical analysis.

**Key words:** biathlon, correlation factor, a regress line, determination factor, the forecast of performances, individual race, pursuit, sprint, relay race.

Биатлон – олимпийский зимний вид спорта, включающий в себя передвижение на лыжах и стрельбу из винтовки. За время развития «зимнего двоеборья» результаты спортсменов, как в стрелковом, так и в беговом компонентах, значительно повысились. Главная особенность биатлона заключается в синтезе двух, по сути, совершенно разных видов спорта. Первый – это бег на лыжах, причем бег только «коньковым» ходом, без использования классического стиля и лыжни. Второй – стрельба из малокалиберной винтовки. В мире найдется немало людей, которых можно назвать мастерами в этих видах спорта по отдельности. Но вот объединить их вместе может далеко не каждый спортсмен. Изначально отбор биатлонистов ведется все же по их скоростным качествам. Это связано с тем, что обучить не владеющего техникой «конькового» хода человека до высокого уровня гораздо сложнее, чем научить его неплохо стрелять. Именно поэтому многие нынешние звезды биатлона «вышли» из лыжных гонок (например, О. Пылёва, Н. Круглов). Чистое время бега по дистанции, точность стрельбы, время пребывания на огневых рубежах являются определяющими факторами для даль-

нейшего изыскания возможностей повышения мастерства в данном виде спорта [2; 4].

Проведём анализ по результатам последнего чемпионата мира по биатлону, прошедшего 13–22 февраля 2009 г. в корейском г. Пьёнчанг, и установим, насколько тесно связаны отмеченные выше факторы с итоговым местом в различных гонках. Для статистического анализа будем использовать критерий Спирмена, а результаты записывать в виде корреляционных матриц [1]. По абсолютной величине коэффициента корреляции можно судить о степени связи между признаками по шкале Чертока.

**Индивидуальная гонка.** Индивидуальная гонка на 15 км у женщин и 20 км у мужчин – старейшая дисциплина в биатлоне. Участники, стартующие с интервалами от 30 сек. до 1 мин., проходят дистанцию с перепадом высот 600–750 м. Спортсмен должен преодолеть 4 огневых рубежа по 5 мишеней каждый, стреляя последовательно из положения лежа и стоя. Каждый промах наказывается 1 минутой штрафа. Диаметр мишени 45 мм при стрельбе из положения лежа и 115 мм – в положении стоя.

Женщины

Мужчины

$$r_s = \begin{matrix} \dot{\lambda}\dot{\alpha}\dot{\eta}\dot{\delta}\dot{\iota} \\ \dot{N}\dot{\delta}\dot{\alpha}\dot{\delta}\dot{\delta}\dot{\iota}\dot{\alpha} \\ t_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}\dot{\alpha}\dot{\alpha}} \\ t_{\dot{\rho}\dot{\delta}\dot{\alpha}\dot{\alpha}\dot{\epsilon}\dot{\iota}\dot{\alpha}\dot{\alpha}} \\ \dot{\iota}\dot{\delta}\dot{\eta}\dot{\alpha}\dot{\delta}\dot{\epsilon} \end{matrix} \cdot \begin{matrix} 1 & 0,25 & 0,8 & 0,84 & 0,81 \\ & 1 & 0,35 & 0,05 & 0,02 \\ & & 1 & 0,39 & 0,35 \\ & & & 1 & 0,98 \\ & & & & 1 \end{matrix} \quad r_s = \begin{matrix} 1 & 0,19 & 0,8 & 0,82 & 0,76 \\ & 1 & 0,29 & 0,02 & -0,02 \\ & & 1 & 0,34 & 0,27 \\ & & & 1 & 0,97 \\ & & & & 1 \end{matrix}$$

Как и следовало ожидать, на результаты гонки (место) оказывают сильное влияние «число промахов» ( $r_s = 0,81$  для женщин и  $r_s = 0,76$  для мужчин), чистое время бега (Course time) ( $r_s = 0,8$ ) и время на стрельбе ( $r_s = 0,84$  для жен-

щин и  $r_s = 0,82$  для мужчин). Связь между стартовым номером и стрельбой практически отсутствует, а связь между стартовым номером и чистым временем бега существует, но слабая:  $r_s = 0,35$  для женщин и  $r_s = 0,29$  для мужчин.

Примечательно, что скорость бега практически не влияет на результаты стрельбы:  $r_s = 0,29$ . А вот время стрельбы и количество промахов связаны сильно:  $r_s = 0,98$  для женщин и  $r_s = 0,97$  для мужчин. Скорее всего, это определяется большей «стоимостью» промаха, чем в других гонках, что заставляет спортсмена основательнее выполнять прицеливание.

**Спринт.** Спринтеры преодолевают дистанцию 7,5 км и 10 км (женщины и мужчины соответственно) с перепадом высот 300–450 м. Старт проходит с интервалами от 30 сек. до 1 мин. Первый огневой рубеж участники преодолевают через 3 км, стрельба ведется лежа. Второй рубеж – через 7 км, стрельба стоя. На обоих рубежах стрельба ведется с расстояния 50 м по тем же правилам, что и в индивидуальной гонке. За каждый промах спортсмен должен пробежать штрафной круг в 150 м.

Интересно проследить, как повлияет изменение длины дистанции и системы штрафных санкций на взаимосвязи в этой гонке (см. корреляционную матрицу ниже). Сильнее всего на ре-

$$r_s = \begin{matrix} \text{Женщины} \\ \begin{matrix} \text{Ид} \\ \text{Нд} \\ t_{\text{ааа}} \\ t_{\text{поддеей}} \\ \text{Ид} \end{matrix} \end{matrix} \begin{pmatrix} 1 & -0,13 & 0,83 & 0,73 & 0,57 \\ & 1 & -0,17 & -0,07 & 0,01 \\ & & 1 & 0,26 & 0,09 \\ & & & 1 & 0,93 \\ & & & & 1 \end{pmatrix}$$

зультаты гонки влияет время прохождения дистанции без учёта стрельбы ( $r_s = 0,83$  для женщин и  $r_s = 0,90$  для мужчин), что сопоставимо с индивидуальной гонкой. В то же время, в отличие от последней, количество промахов и итоговое место имеют связь средней силы:  $r_s = 0,57$  для женщин и  $r_s = 0,61$  для мужчин. Таким образом, вариация занятого места только на  $\approx 36\%$  определяется эффективностью стрельбы. Это можно объяснить тем, что спортсмены пробегают штрафной круг приблизительно за 23 секунды, и если промахов мало, то отставание можно компенсировать за счет хорошей скорости бега. На это же указывает и сильная положительная корреляционная взаимосвязь между временем стрельбы и занятым местом ( $r_s = 0,73$  для женщин и  $r_s = 0,79$  для мужчин), то есть чем быстрее стреляешь, тем более высокое место занимаешь. Время стрельбы и количество промахов так же, как и в индивидуальной гонке, связаны сильно ( $r_s = 0,93$  для женщин и  $r_s = 0,90$  для мужчин), но всё же меньше, чем в первой гонке.

$$r_s = \begin{matrix} \text{Мужчины} \\ \begin{matrix} \text{Ид} \\ \text{Нд} \\ t_{\text{ааа}} \\ t_{\text{поддеей}} \\ \text{Ид} \end{matrix} \end{matrix} \begin{pmatrix} 1 & -0,07 & 0,90 & 0,79 & 0,61 \\ & 1 & -0,15 & -0,02 & -0,03 \\ & & 1 & 0,49 & 0,28 \\ & & & 1 & 0,90 \\ & & & & 1 \end{pmatrix}$$

**Гонка преследования (персьют).** Участники стартуют в таком порядке и с такими интервалами, с какими они пришли на финиш в спринте. На чемпионатах в гонке преследования участвуют 45 биатлонистов, на этапах Кубка мира – 60.

$$r_s = \begin{matrix} \text{Женщины} \\ \begin{matrix} \text{Ид} \\ \text{Нд} \\ t_{\text{ааа}} \\ t_{\text{поддеей}} \\ \text{Ид} \end{matrix} \end{matrix} \begin{pmatrix} 1 & 0,57 & 0,75 & 0,61 & 0,56 \\ & 1 & 0,44 & -0,05 & -0,07 \\ & & 1 & 0,12 & 0,08 \\ & & & 1 & 0,96 \\ & & & & 1 \end{pmatrix}$$

Мужчины бегут 12,5 км, женщины – 10 км. На 4 огневых рубежах стрельба ведется в следующей последовательности: лежа, лежа, стоя, стоя. Промahi наказываются 150-метровыми штрафными кругами.

$$r_s = \begin{matrix} \text{Мужчины} \\ \begin{matrix} \text{Ид} \\ \text{Нд} \\ t_{\text{ааа}} \\ t_{\text{поддеей}} \\ \text{Ид} \end{matrix} \end{matrix} \begin{pmatrix} 1 & 0,65 & 0,8 & 0,76 & 0,62 \\ & 1 & 0,55 & 0,17 & 0,03 \\ & & 1 & 0,40 & 0,29 \\ & & & 1 & 0,92 \\ & & & & 1 \end{pmatrix}$$

Стартовый номер оказывает умеренное влияние на результаты гонки преследования ( $r_s = 0,57$  для женщин и  $r_s = 0,65$  для мужчин) и на время бега ( $r_s = 0,55$  и  $r_s = 0,44$  соответственно для мужчин и женщин). Связано это с тем, что спортсмены пытаются преодолеть отставание, полученное в спринте, увеличивая скорость бега

по дистанции. Самая сильная связь отмечается между результатами и скоростью бега:  $r_s = 0,75$  для женщин и  $r_s = 0,80$  для мужчин. Стрельба и результаты гонки имели связь средней силы и были примерно равны у мужчин и женщин. А вот точность стрельбы, с одной стороны, и время прохождения дистанции – с другой, имели раз-

ные показатели: от полного отсутствия у женщин ( $r_s = 0,08$ ) до почти слабой ( $r_s = 0,29$ ;  $\alpha \leq 0,05$ ) у мужчин.

**Эстафетная гонка** – одна из самых зрелищных в биатлоне. В ней участвуют команды по 4 спортсмена. Гонка начинается с масс-старта, порядковые номера соответствуют месту в общем зачете Кубка мира в эстафетах. Каждый биатлонист преодолевает дистанцию 7,5 км с двумя огневыми рубежами. Стрельба ведется на первом рубеже из положения лежа, на втором – стоя. Участники занимают мишени в соответствии со

своими стартовыми номерами. В отличие от индивидуальных гонок, биатлонист может потратить на каждой стрельбе по 8 патронов. Пять из них находятся в магазине, остальные три при необходимости заряжаются вручную. Каждая незакрытая мишень наказывается штрафным кругом на 150 м. Пробежав свою дистанцию, участник передает эстафету следующему члену команды.

Рассмотрим зависимость итогового результата от стартового номера, числа промахов и числа штрафных кругов для женских команд.

Страна	Старт. №	Место	Штр. кр. всего	Промахов всего	Страна	Старт. №	Место	Штр. кр. всего	Промахов всего
Россия	22*	1	0	9	Чехия	10	12	6	14
Германия	1	2	3	14	Словакия	14	13	2	13
Франция	2	3	1	13	Эстония	23	14	2	7
Беларусь	6	4	0	8	Финляндия	13	15	6	19
Швеция	4	5	2	11	Япония	24	16	4	11
Польша	7	6	4	12	Корея	16	17	1	14
Китай	5	7	1	14	Казахстан	11	18	7	18
Румыния	9	8	3	14	Болгария	20	19	6	12
Канада	19	9	0	15	Латвия	15	20	13	21
США	17	10	0	10	Британия	18	21	10	17
Норвегия	8	11	2	14	Хорватия	21	22	6	18

$$r_s = \begin{pmatrix} \tilde{N}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \tilde{I}\tilde{\alpha}\tilde{n}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & & & & \\ \tilde{N}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & \cdot & \tilde{\phi}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & \cdot & \tilde{\epsilon}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\alpha} \\ \tilde{I}\tilde{\delta}\tilde{n}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & & & & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0,58 & 0,11 & -0,08 \\ & 1 & 0,67 & 0,5 \\ & & 1 & 0,57 \\ & & & 1 \end{pmatrix} r_s = \begin{pmatrix} 1 & 0,78 & 0,24 & 0,04 \\ & 1 & 0,64 & 0,45 \\ & & 1 & 0,53 \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

Мы получили, что зависимость между стартовым номером и местом умеренная ( $r_s = 0,58$ ), однако связь должна быть сильная, так как сильные спортсмены получают первые номера. В этой эстафете наша сборная получила 22 порядковый номер за счет аннулирования результатов нескольких гонок в итоге дисквалификации двух спортсменок из-за допинга. Если из итогового протокола убрать нашу сборную и провести анализ заново, то получим уже сильную связь ( $r_s =$

0,78) между стартовым номером и занятым местом. Кроме того, видно, что количество промахов и результат эстафеты связаны средне ( $r_s = 0,5$ ), на это влияет наличие дополнительных патронов. Число штрафных кругов сильнее влияет на результат, так как тратится время на преодоление штрафного круга.

В мужской эстафете мы получили средней силы зависимость между стартовым номером и местом:  $r_s = 0,73$  (см. матрицу внизу слева).

$$r_s = \begin{pmatrix} \tilde{N}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \tilde{I}\tilde{\alpha}\tilde{n}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & & & \\ \tilde{N}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & \cdot & \tilde{\phi}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & \cdot \\ \tilde{I}\tilde{\delta}\tilde{n}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & & & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0,73 & 0,27 & 0,44 \\ & 1 & 0,69 & 0,75 \\ & & 1 & 0,78 \\ & & & 1 \end{pmatrix} r_s = \begin{pmatrix} \tilde{N}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \tilde{I}\tilde{\alpha}\tilde{n}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & & & \\ \tilde{N}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & \cdot & \tilde{\phi}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & \cdot \\ \tilde{I}\tilde{\delta}\tilde{n}\tilde{\delta}\tilde{\delta}\tilde{\delta} & & & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0,80 & 0,30 & 0,46 \\ & 1 & 0,70 & 0,76 \\ & & 1 & 0,78 \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

Однако, как и у женщин, в данной эстафете наша сборная получила 21 порядковый номер за счет дисквалификации спортсмена. Если из итогового протокола убрать нашу сборную и провести анализ заново (см. матрицу вверху справа), то получим более сильную связь ( $r_s = 0,8$ ) между стартовым номером и местом. В мужской эстафете количество промахов на результат влияет уже сильно:  $r_s = 0,76$ . Число штрафных кругов влияет на результат примерно так же, как и в женской эстафете.

В эстафетной гонке принимают участие 4 спортсмена. Проанализируем влияние каждого из них на итоговый результат. Для женской эстафеты мы получили, что позиция каждого участника влияет на результат следующим образом: чем позднее выступает спортсмен, тем большее влияние он оказывает на результат всей гонки в целом. Это объясняется схожестью тактики разных команд: тренеры выставляют на заключительный этап самого опытного.

	Место	Позиция 1	Время лыжн	Промахов 1	Позиция 2	Время лыжн	Промахов 2	Позиция 3	Время лыжн	Промахов 3	Позиция 4	Время лыжн	Промахов 4
Место	1	0,80	0,73	0,52	0,91	0,89	-0,20	0,96	0,92	0,46	1,00	0,71	0,56
Позиция 1		1	0,75	0,70	0,87	0,67	-0,13	0,81	0,76	0,19	0,80	0,63	0,49
Время лыжн			1	0,19	0,73	0,64	-0,05	0,74	0,74	0,17	0,73	0,71	0,19
Промахов 1				1	0,65	0,48	-0,24	0,57	0,46	0,32	0,52	0,17	0,53
Позиция 2					1	0,85	-0,08	0,95	0,82	0,44	0,91	0,62	0,52
Время лыжн						1	-0,22	0,86	0,73	0,50	0,89	0,62	0,44
Промахов 2							1	-0,09	-0,20	-0,10	-0,20	-0,10	-0,14
Позиция 3								1	0,89	0,55	0,96	0,64	0,48
Время лыжн									1	0,41	0,92	0,72	0,45
Промахов 3										1	0,46	0,10	0,17
Позиция 4											1	0,71	0,56
Время лыжн												1	0,10
Промахов 4													1

Как видно из таблицы, на позицию первого спортсмена оказывают влияние чистое время бега ( $r_s = 0,75$ ) и число промахов ( $r_s = 0,7$ ). На позицию второго спортсмена оказывают влияние позиция предыдущего спортсмена ( $r_s = 0,87$ ) и чистое время бега ( $r_s = 0,85$ ), а для числа промахов связь отсутствует. На позицию третьего спортсмена оказывают влияние позиция предыдущего спортсмена ( $r_s = 0,95$ ), чистое время бега ( $r_s = 0,89$ ) и число промахов ( $r_s = 0,55$ ; связь средняя). Третий спортсмен оказывается под влиянием позиции предыдущего спортсмена ( $r_s = 0,96$ ), чистого времени бега ( $r_s = 0,71$ ) и числа промахов ( $r_s = 0,56$ ; связь средняя).

Выполним аналогичный анализ для мужской эстафеты. Мы получили, что позиция каждого спортсмена влияет на результат следующим образом: чем позднее выступает спортсмен, тем большее влияние он оказывает на результат всей гонки в целом. Однако, в отличие от женской эстафеты, первый спортсмен оказывает на результаты гонки умеренное влияние.

На позицию первого спортсмена оказывает влияние чистое время бега ( $r_s = 0,81$ ) и число промахов ( $r_s = 0,34$ ; связь слабая). На позицию

второго спортсмена оказывает влияние позиция спортсмена, бежавшего первый этап ( $r_s = 0,85$ ), чистое время бега и число промахов на этапе ( $r_s = 0,63$  (связь средняя) и  $r_s = 0,56$  соответственно). На позицию третьего спортсмена оказывает влияние позиция предыдущего спортсмена ( $r_s = 0,85$ ), чистое время бега ( $r_s = 0,77$ ) и число промахов ( $r_s = 0,47$ ; связь средняя). На позицию четвертого спортсмена и, как следствие, на результат всей гонки оказывает влияние то, каким передал эстафету предыдущий спортсмен ( $r_s = 0,94$ ), а также время бега ( $r_s = 0,89$ ). А вот с числом промахов связь средняя:  $r_s = 0,46$ .

Таким образом, можно сделать предположение, что для участия в эстафете следует выбирать спортсменов, способных быстро бежать по дистанции, результаты стрельбы которых оказывают среднее влияние на итоги гонки.

**Прогнозирование результатов.** Рассмотрим результаты двух лучших спортсменов-биатлонистов России и Норвегии, используя средства математической статистики, оценим прогнозы их выступлений на текущий сезон и сравним их с действительными результатами.

**Максим Чудов**

Сезон	2004–2005 (1)	2005–2006 (2)	2006–2007 (3)	2007–2008 (4)
Место	60	13	12	7

В нынешнем сезоне Максим Чудов занял 5 место. Попробуем спрогнозировать этот результат. Используя метод наименьших квадратов,

построим линии регрессии при помощи пакета прикладных программ MS Excel и рассчитаем уравнение линейной регрессии:

	$x$	$y$	$y^2$	$x \cdot y$
	1	60	1	60
	2	13	4	26
	3	12	9	36
	4	7	16	28
Сумма	10	92	30	150

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i \cdot \sum_{i=1}^n 1 - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n 1 - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i} = \frac{150 \cdot 4 - 10 \cdot 92}{30 \cdot 4 - 10^2} = \frac{600 - 920}{120 - 100} = -16$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n 1 - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i} = \frac{30 \cdot 92 - 10 \cdot 150}{30 \cdot 4 - 10^2} = \frac{2760 - 1500}{120 - 100} = 63$$

Таким образом, уравнение линейной регрессии примет вид:  $y = 63 - 16x$ . Для оценки качества подбора линейной функции находим коэффициент детерминации  $D = -0,83^2 = 0,69$ , характеризующий долю дисперсии результативного признака  $y$ , объясняемую регрессией, в общей дисперсии результативного признака. Соответственно, величина  $1-D$  характеризует долю дисперсии  $y$ , вызванную влиянием остальных, не учтенных в модели, факторов [3]. В нашем примере  $D = 0,69$ . Следовательно, уравнением регрессии объясняется лишь 69 % дисперсии результативного признака, а на долю прочих факторов приходится 31 % ее дисперсии (то есть остаточная дисперсия). Чем больше доля объясненной вариации, тем, соответственно, меньше роль прочих факторов, следовательно, линейная модель хорошо аппроксимирует исходные данные и ею можно воспользоваться для прогноза значений результативного признака. Так, прогнозируя результаты следующего сезона, получим:  $y = -16x + 63 = -16 \cdot 5 + 63 = -17$ . Найденное значение даже противоречит здравому смыслу. Соответственно, линейная регрессия непригодна для про-

гноза результатов. Для наглядности построим две линии регрессии: линейную и нелинейную (степенную), представленные на рис. А.

На изображенном ниже графике, построенном средствами MS Excel, видно, что коэффициент детерминации для степенной зависимости значительно ближе к 1. В нашем примере  $D = 0,93$ . Следовательно, уравнением регрессии объясняется 93 % дисперсии результативного признака, а на долю прочих факторов приходится лишь 7 % ее дисперсии (то есть остаточная дисперсия). Степенная модель хорошо аппроксимирует исходные данные и может использоваться для прогноза значений результативного признака. Так, прогнозируя результаты на сезон для М. Чудова, получим:  $y = 51,897x^{-1,481} = 51,897 \cdot 5^{-1,481} = 4,785 \approx 5$  место. Найденное значение соответствует результатам сезона 2008–2009 гг.

Теперь проверим нашу гипотезу для более титулованного и опытного спортсмена – «великого и ужасного», как его называют журналисты, У. Э. Бьёрндалена.

Сезон	Место	Сезон	Место	Сезон	Место
1992–1993	62	1998–1999	2	2003–2004	2
1993–1994	30	1999–2000	2	2004–2005	1
1994–1995	4	2000–2001	2	2005–2006	1
1995–1996	9	2001–2002	3	2006–2007	2
1997–1998	1	2002–2003	1	2007–2008	1

Для расчётов применим, как и в предыдущем случае, степенную зависимость.

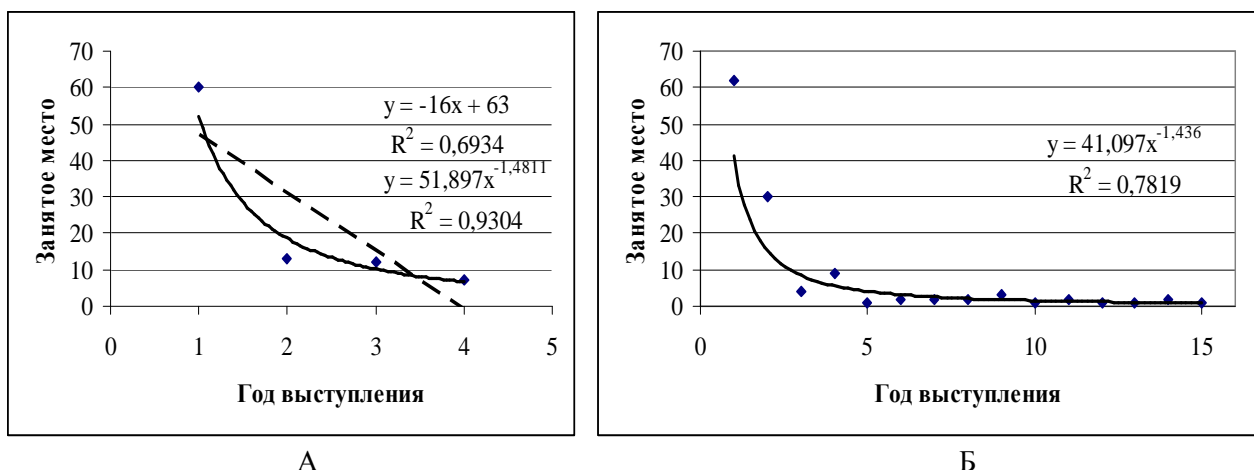


Рис. Графики линейной и степенной зависимости периода выступления и итогов М. Чудова (А) и О. Э. Бьёрндалена (Б)

Коэффициент детерминации  $D = R^2 = 0,78$ . Спрогнозировав результаты на сезон 2008–2009 гг., получаем:  $y = 41,097 \cdot x^{-1,436} = 41,097 \cdot 15^{-1,436} = 0,76$ . Найденное значение соответствует занятому Бьёрндаленом месту по итогам сезона (1 место).

**Заключение.** Таким образом предлагаемый подход к оценке спортивной деятельности с позиций вероятностного анализа может быть с успехом применён в спортивной практике в целях повышения эффективности тренировочного процесса спортсменов различного уровня подготовленности. Показана прогностическая значимость методов корреляционного и регрессионного анализа в биатлоне: без доказательных знаний невозможно улучшить результаты тренировочной и соревновательной деятельности. В то же время в каждом конкретном случае нужен индивидуальный подход с учётом специфики вида спорта.

### Библиографический список

1. Афанасьев, В. В. Применение методов математической статистики в научных исследованиях [Текст] / В. В. Афанасьев // Ярославский педагогический вестник. – 2006. – № 4 (49). – С. 5–12.
2. Иорданская, Ф. И. Мониторинг функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов при подготовке к Олимпийским играм современности [Текст] / Ф. И. Иорданская // Вестник спортивной науки. – 2008. – № 4. – С. 70–79.
3. Масальгин, Н. А. Математико-статистические методы в спорте [Текст] / Н. А. Масальгин. – М.: ФиС, 1974. – 150 с.
4. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения [Текст] / В. Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.