

УДК 37.022+796.325+519.25  
DOI: 10.20310/1810-0201-2018-23-172-65-71

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОТБОРА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВОЛЕЙБОЛИСТОК

© Мария Хайридиновна ТАШАКОВА, Эседулла Маллаалиевич ОСМАНОВ  
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина»  
392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33  
E-mail: osmanov@bk.ru

*Аннотация.* В профессиональном спорте большой интерес представляют методы прогнозирования и отбора как результатов спортивных соревнований, так и перспективности отдельных спортсменов для достижения ими более высоких спортивных результатов. В рамках исследования проведен однофакторный статистический анализ взаимосвязи скорости достижения спортивного результата с переменными, которые характеризуют индивидуальные характеристики волейболисток. Исходной информацией стали психологические, физические, тактико-технические, физиологические, функциональные характеристики спортсменов, а также данные анкетирования и динамика показателей скорости достижения спортивного результата. Выявлено, что статистически значимую связь со скоростью движения среди волейболисток имеют шесть переменных: максимальная анаэробная мощность, рост, выносливость, скорость двигательной реакции, взрывная сила, внимание. Математическая модель прогноза скорости достижения спортивного результата включает четыре переменных, коэффициенты которых использованы для построения уравнения регрессии. При помощи бинарного логистического регрессионного анализа разработана методика прогноза, позволяющая с точностью 69,7 % отобрать среди молодых волейболисток лиц с разной скоростью достижения спортивного результата, что позволит при дифференцированном подходе тренерско-преподавательского состава добиться более высоких спортивных результатов и усовершенствовать сам процесс тренировки.

*Ключевые слова:* волейбол; методика прогнозирования; логистический регрессионный анализ; спортивный результат

Увеличение престижности высших спортивных достижений и возрастание конкуренции предъявляют повышенные требования ко всем аспектам подготовки спортсменов, в том числе к объему и интенсивности тренировочных нагрузок, которые не безграничны, что требует поиска рациональных путей к повышению спортивных результатов [1].

Одним из перспективных направлений в совершенствовании спортивного мастерства и достижения наивысшего спортивного результата являются спортивный отбор, спортивная ориентация наиболее перспективных спортсменов. Однако в настоящее время недостаточно разработаны методики отбора перспективных спортсменов, в том числе волейболистов. Исследователями в этом направлении проводятся научные изыскания.

Огромный интерес в профессиональном спорте для спортивного отбора представляют методы прогнозирования одаренности отдельных спортсменов, но при этом эффективность прогноза в настоящее время довольно мала.

Ряд исследователей в области педагогики, разрабатывая методы спортивного отбора на основе прогнозирования, указывают, что повышение точности определения одаренности спортсменов возможно на основе построения прогнозных моделей с использованием максимального числа генетических, фенотипических, морфофункциональных и других показателей [1–5].

Таким образом, анализ литературных источников позволил установить, что в настоящее время недостаточно разработаны методы прогнозирования успешности спортсменов, в том числе и волейболисток, что позволило выявить противоречия и сформулировать проблему исследования, состоящую в необходимости разработки методики прогнозирования успешности волейболисток, по результатам которого будет возможным произвести спортивный отбор спортсменов в группы с высокой или низкой скоростью достижения спортивного результата, что позволит при дифференцированном подходе тренерско-преподавательского состава

добиться более высоких спортивных результатов.

Цель исследования – разработка математической модели, позволяющей спрогнозировать скорость достижения спортивного результата молодых волейболисток для отбора наиболее перспективных из них.

Исследование проводилось в период с 2016 по 2017 г. на базе ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина», в котором участвовали 64 волейболистки 1–5 курсов.

На первом этапе проводилась диагностика исходного уровня показателей психических, физических, тактико-технических и физиологических характеристик волейболисток, участвующих в настоящем исследовании. Затем среди них было проведено анкетирование и изучена динамика показателей скорости достижения спортивного результата.

В результате получен массив данных из 33 переменных, характеризующих волейболисток.

Критерием для показателя скорости достижения спортивного результата послужили спортивные разряды и спортивные звания, по результатам которого спортсменов путем кластеризации разделили на две равные группы.

Процедура кластеризации методом  $k$ -средних на данном этапе исследования была использована в связи с тем, что она позволяет разделить выборку на заданное количество однородных групп с максимальным различием по заданному признаку.

В первую группу вошли спортсмены, имеющие высокую скорость достижения спортивного результата. В состав второй группы вошли спортсмены с низкой скоростью достижения спортивного результата.

В дальнейшем проводился сравнительный анализ различий двух групп по изученным параметрам и характеристикам, при этом были выявлены переменные, имеющие статистически значимую связь со скоростью достижения спортивного результата в каждой группе спортсменов.

Для выявления различий между представленными группами по изученным переменным были использованы следующие статистические методы: по количественному признаку, в случае, если данные подчинялись закону нормального распределения – с ис-

пользованием  $t$ -критерия Стьюдента ( $t$ ), в случае, если данные не подчинялись закону нормального распределения, –  $U$ -критерий Манна–Уитни ( $U$ ). Исследование различий по качественному признаку осуществляли при помощи анализа таблиц сопряженности с вычислением критерия Хи-квадрат Пирсона ( $\chi^2$ ).

Выявленные переменные, имеющие статистически значимую связь со скоростью достижения спортивного результата, были использованы для построения математической модели прогноза скорости достижения спортивного результата при помощи многофакторного бинарного логистического регрессионного анализа.

Построение математических моделей проводили с пошаговым включением переменных.

Использование логистического регрессионного анализа подразумевало соблюдение условий применимости, а именно: зависимая переменная могла быть только бинарная (два значения): 0 – высокая скорость достижения спортивного результата; 1 – низкая скорость достижения спортивного результата. Независимые переменные, как интервальные, так и категориальные, вошедшие в состав модели, были независимы друг от друга, категориальные переменные с градацией признака более двух кодировались индикаторными переменными. В качестве независимых могут быть использованы установленные индивидуальные психологические, физические, тактико-технические, физиологические, функциональные и другие характеристики спортсменов, влияющие на скорость достижения спортивного результата.

Уравнение бинарного логистического регрессионного анализа:

$$P = \frac{\exp(y)}{1 + \exp(y)}, \quad (1)$$

где  $P$  – вероятность распределения волейболиста к группе с высокой или низкой скоростью достижения спортивного результата;  $y$  – зависимая переменная, которая зависит от независимых переменных  $x_1, \dots, x_n$ , то есть выражается регрессионным уравнением вида:

$$y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n, \quad (2)$$

где  $b_0, b_1, \dots, b_n$  – регрессионные коэффициенты.

Качество математической модели прогноза определяли по коэффициенту детерминации Найджелкерка ( $R^2$ ) и критерию согласия Хосмера–Лемешова. Способность разработанной математической модели к классификации (дискриминирующая способность) в ту или иную группу осуществляли при помощи анализа таблицы классификации.

Оценку прогностической эффективности разработанной модели проводили с помощью анализа ROC-кривых, при этом вычислялся AUC (Area Under Curve) – показатель площади под ROC-кривой.

Во всех процедурах статистического анализа рассчитывался достигнутый уровень статистической значимости ( $p$ ). Критическое значение уровня статистической значимости в исследовании составляло 0,05.

Результаты исследования были подвергнуты статистическому анализу и математической обработке данных с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2007, IBM SPSS Statistics 20.0 на персональном компьютере.

На первом этапе проводился однофакторный статистический анализ взаимосвязи скорости достижения спортивного результата с переменными, характеризующими индивидуальные характеристики волейболистов. В качестве исходной информации послужила база данных, включающая индивидуальные психологические, физические, тактико-технические, физиологические, функциональные характеристики спортсменов.

На однофакторном анализе взаимосвязи переменных мы детально останавливаться не будем, в связи с тем, что процедура является достаточно трудоемкой, и ее описание требует привлечения значительных объемов информации. Более подробно об анализе статисти-

ческой взаимосвязи переменных можно прочесть в литературе [6; 7]. Перечислим лишь итоговый результат с переменными, имеющими статистически значимую связь со скоростью достижения спортивного результата: максимальная анаэробная мощность, рост, выносливость, скорость двигательной реакции, взрывная сила, внимание.

Таким образом, из тридцати трех переменных, включенных в анализ, лишь шесть имеют статистически значимую связь со скоростью достижения спортивного результата среди волейболистов. Данные переменные могут использоваться в дальнейшем для построения математических моделей прогноза.

Установленные шесть переменных были использованы для многофакторного статистического анализа, в результате которого нами были построены три уравнения регрессии, позволяющие спрогнозировать скорость достижения спортивного результата среди волейболистов, из которых отобрано одно, имеющее прогностическую точность более 69,0 %.

В табл. 1 представлены переменные и их значения, вошедшие в состав отобранной математической модели прогноза.

В математическую модель прогноза скорости достижения спортивного результата среди волейболистов вошли четыре независимых переменных, коэффициенты регрессии которых использованы для построения уравнения регрессии.

Подставив значения коэффициентов регрессии переменных в формулу (2), получаем:

$$y = (0,279 \times X_1) + (2,171 \times X_2) - (2,202 \times X_3) + (3,215 \times X_4).$$

Показатели  $X_1$ – $X_4$  соответствуют значениям переменных, указанным в табл. 1.

Таблица 1

Математическая модель прогноза скорости достижения спортивного результата среди волейболистов

Код	Переменные	Коэффициент регрессии	Уровень значимости ( $p$ )
$X_1$	Рост	0,279	> 0,05
$X_2$	Максимальная анаэробная мощность	2,171	> 0,05
$X_3$	Скорость двигательной реакции	2,202	> 0,05
$X_4$	Взрывная сила	3,215	> 0,01

После расчета значения  $y$ , результат подставив в формулу (1), получаем итоговое значение  $P$ , указывающее вероятность высокой скорости достижения спортивного результата в случае, если значение  $P > 0,5$ , и вероятность низкой скорости достижения спортивного результата в случае, если значение  $P < 0,5$ :

$$P = \frac{\exp(y)}{1 + \exp(y)}.$$

Значение показателя площади под построенной ROC-кривой (рис. 1), которая называется AUC, показывающая дискриминирующую способность модели, составило 0,625, что соответствует удовлетворительному качеству модели прогноза.

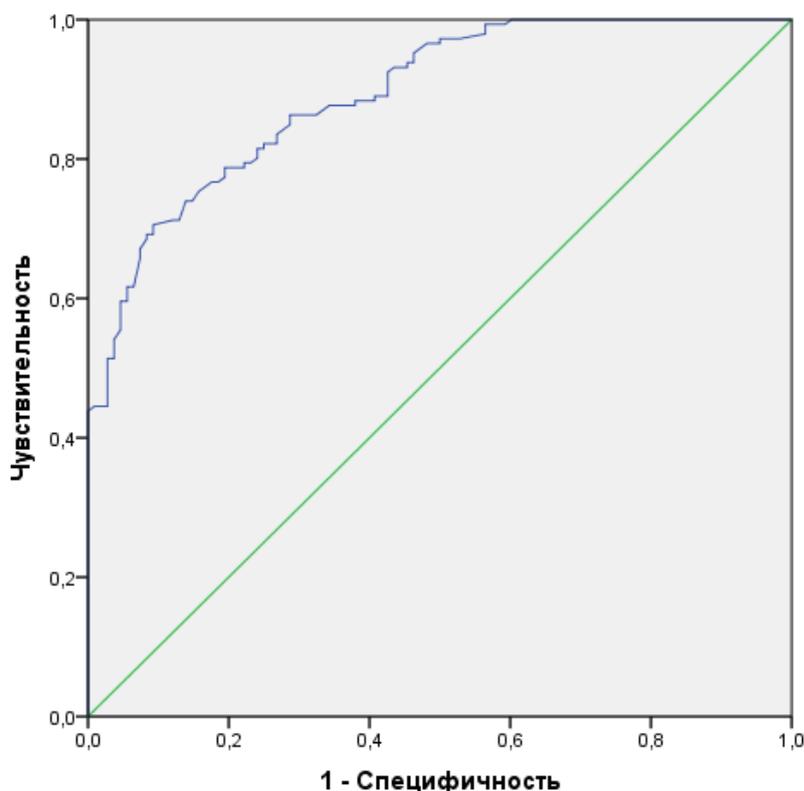
Проверку классифицирующей способности математической модели прогноза проводили по анализу таблицы классификации, показывающей процент фактической и предсказанной вероятности отнесения волейболиста к одной или другой группе, в результа-

те показатель верно предсказанных значений составил 69,7 %, что соответствует удовлетворительному качеству предсказательной способности.

Коэффициент детерминации Найджелкера составил 0,36, то есть изменение зависимой переменной на 36 % объясняется включенными в модель переменными.

Показатель критерия согласия Хосмера–Лемешова, указывающий, насколько откалибрована математическая модель прогноза и насколько точно описывает реальные данные, в разработанной модели составил 0,699, что соответствует удовлетворительному качеству модели.

Разработанная математическая модель прогноза имеет практическое значение в плане возможности спортивного отбора молодых волейболисток в группы с высокой и низкой скоростью достижения спортивного результата, что позволит при дифференцированном подходе тренерско-преподавательского состава добиться более высоких спортивных результатов.



Диагональные сегменты, сгенерированные связями.

Рис. 1. ROC-кривая разработанной математической модели

Приведем пример. На этапе спортивного отбора молодой волейболистки на первом курсе обучения установим требуемые индивидуальные характеристики, необходимые для расчета вероятной скорости достижения спортивного результата (рост, максимальная анаэробная мощность, скорость двигательной реакции, взрывная сила). Подставив полученные данные в разработанное уравнение регрессии, получим итоговое значение показателя  $P$ , указывающее вероятность высокой или низкой скорости достижения спортивного результата. Если значение показателя  $P$  окажется меньше 0,5, то у волейболистки прогнозируемая вероятность скорости достижения спортивного результата будет низкой. В случае, если значение показателя  $P$  окажется выше 0,5, значит, у спортсменки высокая прогнозируемая скорость достижения спортивного результата.

После тестирования по разработанной математической модели прогноза каждую волейболистку возможно распределить в разные группы – с низкой или высокой прогнозируемой скоростью достижения спортивного результата. Применяя к волейболисткам в каждой из групп дифференцированный подход, возможно добиться более успешных результатов, по сравнению с тем, если бы все волейболистки тренировались в одной группе.

Таким образом, разработанную математическую модель возможно использовать для прогноза вероятной скорости достижения спортивного результата среди молодых волейболисток, при этом прогностическая точность полученных результатов будет составлять 69,7 %.

Разработанная математическая модель может быть использована в прогнозировании спортивного результата на основании данных, доступных тренеру.

В перспективе в целях упрощения расчетов по разработанному уравнению регрессии будет создана программа, устанавливаемая

на персональный компьютер тренера, которому будет необходимо лишь ввести соответствующие данные о спортсменке, и рассчитанное значение прогнозируемой вероятности скорости достижения спортивного результата отобразится в программе.

В случае поступления новых данных об индивидуальных характеристиках волейболисток коэффициенты регрессии в уравнении могут быть уточнены, в результате чего возможно увеличить прогностическую точность математической модели.

### Список литературы

1. Авдеев Ю.В., Колобков П.А., Соколова Ф.М., Алексеева Е.Д. Перспективные методы профессионального отбора борцов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2013. № 12 (106). С. 7-10.
2. Бакулев С.Е., Таймазов В.А. Генеалогические основы прогнозирования успешности соревновательной деятельности единоборцев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2006. № 19. С. 7-14.
3. Губа В.П. Теория и методика современных спортивных исследований. М.: Спорт, 2016. 232 с.
4. Таймазов В.А., Бакулев С.Е. Прогнозирование успешности соревновательной деятельности спортсменов с учетом генетических основ тренируемости // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2005. № 18. С. 81-90.
5. Ахметов И.И., Мустафина Л.Д., Насибулина Э.С. Медико-генетическое обеспечение детско-юношеского спорта // Практическая медицина. 2012. № 7 (62). С. 62-66.
6. Наследов А. SPSS 19: профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2011. 400 с.
7. Гржибовский А.М. Анализ номинальных данных (Независимые наблюдения) // Экология человека. 2008. № 6. С. 58-68.

Поступила в редакцию 25.10.2017 г.

Отрецензирована 11.12.2017 г.

Принята в печать 23.01.2018 г.

Конфликт интересов отсутствует.

### Информация об авторах

Ташакова Мария Хайридиновна, аспирант, кафедра теории и методики физической культуры и спортивных дисциплин. Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: osmanov@bk.ru

Османов Эседулла Маллаалиевич, доктор медицинских наук, профессор, заместитель ректора по социально-экономическим вопросам. Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: osmanov@bk.ru

Для корреспонденции: Ташакова М.Х., e-mail: osmanov@bk.ru

**Для цитирования**

Ташакова М.Х., Османов Э.М. Возможности использования методов математической статистики в разработке технологий отбора перспективных волейболисток // Вестник Тамбовского университета. Серия Гуманитарные науки. Тамбов, 2018. Т. 23, № 172. С. 65-71. DOI: 10.20310/1810-0201-2018-23-172-65-71.

DOI: 10.20310/1810-0201-2018-23-172-65-71

**THE POSSIBILITIES OF USING MATHEMATICAL STATISTICS METHODS  
IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR SELECTION  
PROMISING VOLLEYBALL PLAYERS**

**Mariya Khayridinovna TASHAKOVA, Esedulla Mallaalievich OSMANOV**

Tambov State University named after G.R. Derzhavin  
33 Internatsionalnaya St., Tambov 392000, Russian Federation  
E-mail: osmanov@bk.ru

*Abstract.* In professional sports methods of forecasting and selecting both the results of sports competitions and the prospects of individual athletes for achieving higher sports results are of great interest. As part of the study one-way statistical analysis of the correlation of achieving sports results speed with variables that characterize the individual characteristics of volleyball players is conducted. The source of information were the psychological, physical, tactical and technical, physiological and functional characteristics of athletes, as well as survey data and dynamic performance of obtaining results speed. It is revealed that a statistical significant correlation with the rate of movement among volleyball players have six variables: maximal anaerobic capacity, height, stamina, motor response speed, explosive power, attention. Mathematical model for forecasting the obtaining results speed involves four variables, coefficients of which are used to build the regression equation. We developed a forecasting technique using binary logistic regression analysis that allows us to select, with an accuracy of 69.7 %, among young vocalists of the people, with different rates of achievement of the sports result, which will allow with a differentiated approach the trainer-to-teaching staff to achieve higher sports results and improve the process of workouts.

*Key words:* volleyball; forecasting technique; logistic regression analysis; sport result

**References**

1. Avdeev Y.V., Kolobkov P.A., Sokolova F.M., Alekseeva E.D. Perspektivnye metody professional'nogo otbora bortsov [Advanced methods for wrestlers' professional selection]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of P.F. Lesgaft University], 2013, no. 12 (106), pp. 7-10. (In Russian).
2. Bakulev S.E., Taymazov V.A. Genealogicheskie osnovy prognozirovaniya uspehnosti sorevnovatel'noy deyatelnosti edinobortsev [Genealogical bases of forecasting the success of competitive activity of martial artists]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of P.F. Lesgaft University], 2006, no. 19, pp. 7-14. (In Russian).
3. Guba V.P. *Teoriya i metodika sovremennykh sportivnykh issledovaniy* [Theory and Methods of Modern Sports Research]. Moscow, Sport Publ., 2016, 232 p. (In Russian).
4. Taymazov V.A., Bakulev S.E. Prognozirovanie uspehnosti sorevnovatel'noy deyatelnosti sportsmenov s uchetom geneticheskikh osnov treniruемости [Forecasting the success of competitive activities of athletes in view of the genetic foundations of training]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of P.F. Lesgaft University], 2005, no. 18, pp. 81-90. (In Russian).
5. Akhmetov I.I., Mustafina L.D., Nasibulina E.S. Mediko-geneticheskoe obespechenie detsko-yunosheskogo sporta [Medical-genetic support to the children and youth sports]. *Prakticheskaya meditsina – Practical Medicine*, 2012, no. 7 (62), pp. 62-66. (In Russian).
6. Nasledov A. *SPSS 19: professional'nyy statisticheskiy analiz dannykh* [SPSS 19: Professional Statistical Analysis]. St. Petersburg, Piter Publ., 2011, 400 p. (In Russian).

7. Grzhibovskiy A.M. Analiz nominal'nykh dannykh (Nezavisimye nablyudeniya) [Analysis of nominal data (Independent observations)]. *Ekologiya cheloveka – Human Ecology*, 2008, no. 6, pp. 58-68. (In Russian).

Received 25 October 2017

Reviewed 11 November 2017

Accepted for press 23 January 2018

There is no conflict of interests.

#### **Information about the authors**

Tashakova Mariya Khayridinovna, Post-Graduate Student, Department of Theory and Methods of Physical Culture and Sports Disciplines. Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation. E-mail: osmanov@bk.ru

Osmanov Esedulla Mallaalievich, Doctor of Medicine, Professor, Deputy Pro-rector on Economical-Legal Questions and Infrastructural Development. Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation. E-mail: osmanov@bk.ru

For correspondence: Tashakova M.Kh., e-mail: osmanov@bk.ru

#### **For citation**

Tashakova M.Kh., Osmanov E.M. Vozmozhnosti ispol'zovaniya metodov matematicheskoy statistiki v razrabotke tekhnologiy otbora perspektivnykh voleybolistok [The possibilities of using mathematical statistics methods in the development of technologies for selection promising volleyball players]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Gumanitarnye nauki – Tambov University Review. Series: Humanities*, 2018, vol. 23, no. 172, pp. 65-71. DOI: 10.20310/1810-0201-2018-23-172-65-71. (In Russian, Abstr. in Engl.).