

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПОРТИВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ У СТУДЕНТОВ ПО ДАННЫМ ИХ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

А.С. Большев, Д.Г. Сидоров, О.В. Сидорова

Аннотация. Цель статьи — анализ влияния отдельных показателей физического развития и функционального состояния на результаты спортивных достижений у студентов. В исследовании приняли участие 90 студентов-юношей, у которых анализировались показатели физического развития и функционального состояния организма. В качестве уровня спортивной подготовленности использовали показатели: «бег на 100 метров», «прыжок в длину с места толчком двумя ногами», «подтягивание на перекладине» и «отжимание из упора лежа». Статистическая обработка велась с использованием программы Statistica 6.0, использовались методы дисперсионного, корреляционного и факторного анализа. В качестве метода прогнозирования использовался метод множественной линейной регрессии. В результате исследования было установлено, что около 2/3 обследованных студентов имеют дисгармоничное физическое развитие и испытывают напряжения в функциональном состоянии организма. Выявленные корреляционные связи свидетельствуют о достоверно-значимом влиянии исследуемых показателей функционального состояния организма студентов на их спортивные результаты. Показатели адаптационного потенциала, артериального давления, максимального потребления кислорода и показатель «бег на 100 метров» являются ведущими факторами, определяющими общую дисперсию данной выборки. Использование метода множественной линейной регрессии позволило получить формулы прогностического расчета спортивного результата студентов по данным их физического развития и уровню функционирования систем организма, что позволит спрогнозировать результаты спортивных испытаний студентов и оценить эффективность занятий физической культурой.

Ключевые слова: физическое развитие, функциональные показатели сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма, прогнозирование спортивного результата.

Для цитирования: Большев А.С., Сидоров Д.Г., Сидорова О.В. Прогнозирование спортивных результатов у студентов по данным их физического развития и функционального состояния // Преподаватель XXI век. 2021. № 2. Часть 1. С. 218–225. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-2-218-25

© Большев А.С., Сидоров Д.Г., Сидорова О.В., 2021



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

PREDICTING STUDENTS' SPORTS PERFORMANCE
BASED ON THEIR PHYSICAL DEVELOPMENT AND FUNCTIONAL STATE

A.S. Bolshev, D.G. Sidorov, O.V. Sidorova

Abstract. *The aim of this article is analyzing the impact of individual indicators of physical development and functional state on the results of sports achievements in students. The study involved 90 young male students who were examined for indicators of physical development and functional state of the body. As a level of sports fitness, such indicators were used: "running 100 meters", "jumping in length from a place with a push of two legs", "pulling up on a crossbar" and "pushing out of bed". Statistical processing was conducted with the program Statistica 6.0, using methods of dispersion, correlation and factor analysis. The method of prediction was used as a method of multiple linear regression. As a result of the study, it was found that about two thirds of the students surveyed have disharmonious physical development and experience stress in the functional state of the body. Identified correlations indicate a reliably significant effect of the studied indicators of the functional state of the student's body on their athletic performance. Indicators of adaptive potential, blood pressure, maximum oxygen consumption and the indicator of "running for 100 meters" are the leading factors determining the overall variance of this sample. The use of the method of multiple linear regression allowed to obtain formulas for predictive calculation of sports results of students according to their physical development and the level of functioning of the systems of the body, which will allow to predict the results of sports tests of students to assess the effectiveness of physical education.*

Keywords: *physical development, functional indicators of the cardiovascular and respiratory systems of the body, prediction of sports result.*

Cite as: Bolshev A.S., Sidorov D.G., Sidorova O.V. Predicting Students' Sports Performance Based on Their Physical Development and Functional State. *Prepodavatel XXI vek. Russian Journal of Education*, 2021, No. 2, part 1, pp. 218–225. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-2-218-225

Неблагополучное экологическое состояние среды обитания студенческой молодежи, психофизиологическая перегрузка всех функциональных систем организма и эмоциональное выгорание оказывают негативное влияние на качество жизни и здоровье, отражающееся в уровне их физического развития, состоянии ведущих функциональных систем организма и уровне физической подготовленности. Систематические занятия физической культурой повышают функциональные возможности организма студентов, напрямую повышая потенциал их здоровья [1]. Обучение двигательным действиям, по утверждению академика Ю.В. Рождественского, поддерживает,

изменяет и развивает врожденные психофизические свойства человека. Не вызывает сомнения, что спортивная тренировка направлена на развитие функциональных возможностей организма человека [2], при этом, по мнению В.И. Павловой, физическая нагрузка только тогда будет считаться достаточной или эффективной, если находится на пороговой величине или немного выше ее, вызывая при этом необходимые вегетативные перестройки организма [3], переводя организм на более высокий уровень функционального состояния. Оптимизация функционального состояния во многом определяет эффективность адаптации организма студентов к максимальной физической нагрузке.

Так, по мнению И.В. Левшина (с соавт.), определяя функциональное состояние спортсмена, можно сформировать наиболее вероятный прогноз — вероятность достижения спортивных результатов [4]. Одним из объективных способов получить надежный прогноз является метод моделирования [5]. Проблема прогнозирования какого-либо результата (показателя) в спорте, основанного на данных множества предикторов, представлена в литературе рядом работ [6; 7; 8; 9], где авторы выделяют несколько подходов к моделированию. Метод множественной линейной регрессии в прогнозировании спортивных результатов широко применяется, однако уступает по точности методу нейронных сетей. Конечным итогом прогнозирования спортивных результатов студентов является оптимизация организации занятий по физической культуре в вузе.

Целью данной статьи является изучение влияния отдельных показателей физического развития и функционального состояния на результаты спортивных достижений у студентов. Основными задачами в ходе проведения исследования стали:

- определить уровни физического развития и функционального состояния студентов;
- выявить достоверно-значимые корреляционные связи между показателями физического развития и функционального состояния с показателями спортивных испытаний студентов;
- спрогнозировать результаты спортивных показателей в зависимости от данных физического развития и функционального состояния студентов.

В исследовании приняли участие 90 студентов юношей первых трех курсов Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета

(ННГАСУ), средний возраст составил $19,44 \pm 0,11$ лет. Исследовали показатели физического развития (ФР) и функционального состояния (ФС) организма студентов: рост (см), вес (кг), динамометрия кисти (ДМК в кг), относительная сила (ОС в %), жизненная емкость легких (ЖЕЛ в млЗ), проба Штанге (ПШ в сек.), общеадаптационный потенциал по Р.М. Баевскому (АП в баллах); показатели сердечно-сосудистой системы — частота сердечных сокращений в покое (ЧСС уд./мин.), артериальное давление систолическое и диастолическое (САД и ДАД в мм рт. ст.), показатель 12-минутного теста Купера (ТК в метрах), показатель максимального потребления кислорода, полученный расчетным путем из показателей ТК (МПК в мл/кг/мин). В качестве уровня спортивной (физической) подготовленности использовали показатели: в беге на 100 м (в сек.), прыжок в длину с места при толчке двумя ногами (см), подтягивание из положения виса на перекладине и отжимание руками из упора лежа (кол-во раз). Статистическую обработку вели с использованием программы Statistica 6.0. Использовали методы дисперсионного, корреляционного и факторного анализа. В качестве метода прогнозирования использовали метод множественной линейной регрессии, который позволяет рассчитать ожидаемое значение зависимой переменной при заданных значениях независимых переменных, которые входят в уравнение регрессии.

Использование центильного метода для оценки ФР, по данным Нижегородской области (Н.Г. Чекалова, 2010), позволило оценить уровни ФР студентов. Средний рост студентов составил $180,24 \pm 0,69$ см ($\sigma = 6,63$), что характеризуется как выше среднего. При этом 31,11% студентов имели «средний» уровень показателей, 35,55% — «высокий и

очень высокий», 33,33% — «ниже среднего». Средний вес составил — $72,34 \pm 1,15$ кг ($\sigma = 10,92$) — выявлен у 59,66% студентов. Средний показатель индекса массы тела (ИМТ) составил $22,20 \pm 0,27$ ($\sigma = 2,61$), при этом только у 1,11% студентов выявлен дефицит массы тела и у 6,66% — избыток массы тела. Анализ результатов ФР, ФС и показатели спортивных испытаний студентов с первого по третьи курсы ННГАСУ см. в табл. 1 и 2.

Показатели ДАД на среднем уровне были выделены у 25,55 студентов, 4,44% имели показатели «ниже среднего» и 70% — выше среднего. Средние показатели САД выявлены у 32,22% студентов, 12,33% показателей ниже показателя среднего уровня. У 55,55% студентов выявлены показатели САД выше возрастной нормы, что свидетельствует о незначительном напряжении ФС, о повышенном тоне симпатической нервной системы.

Средние значения ЧСС покоя выявлены у 25,55% студентов, 65,55% имели показатели ЧСС покоя «выше среднего» и «высокий», 8,88% — «низкий» и «ниже среднего». Данный факт подтверждает повышение тонуса симпатoadреналовой

системы — почти две трети студентов испытывают напряжения ФС организма.

Адаптационный потенциал позволяет выявить предварительную оценку уровня здоровья студентов. Так, только у 23,33% студентов выявлен удовлетворительный уровень адаптации и высокий уровень функциональных возможностей организма. У 76,66% студентов выявлено напряжение механизмов адаптации, т. е. достаточный уровень функциональных возможностей организма у них обеспечен за счет использования функциональных резервов организма.

Показатели ЖЕЛ у студентов составил $3472,06 \pm 50,63$ мм рт. ст. ($\sigma = 480,51$), что соответствует среднему уровню ФС. Показатели пробы Штанге (ПШ) распределились следующим образом: «средний» уровень — 21,11%, «ниже среднего» и «низкий» — 23,33%, «выше среднего» и «высокий» — 55,55%.

У 80% студентов показатель динамометрии кисти «ниже среднего» уровня, при этом, по показателю относительной силы, 40% студентов имеют показатели «средний» и «выше среднего».

В целом, только 35,55% студентов имеют гармоничное ФР, у 64,44% выявлено дисгармоничное ФР.

Таблица 1

Средние значения показателей ФР и ФС студентов

№ п/п	Показатели	$M \pm m$	σ
1.	САД в мм рт. ст.	$123,45 \pm 1,06$	9,93
2.	ДАД в мм рт. ст.	$78,12 \pm 0,77$	7,39
3.	ЧСС в покое в уд/мин	$87,53 \pm 1,41$	13,74
4.	ЖЕЛ в млЗ	$3472,06 \pm 50,63$	480,51
5.	ПШ в сек.	$63,20 \pm 1,84$	17,48
6.	ДМК в кг	$41,12 \pm 0,79$	7,55
7.	ОС в %	$57,05 \pm 1,01$	9,66
8.	АП в баллах	$2,37 \pm 0,02$	0,25
9.	ТК в метрах	$2365,55 \pm 21,16$	200,79
10.	МПК в мл/кг/мин	$41,34 \pm 0,47$	4,46

Результаты спортивных испытаний студентов

№ п/п	Показатели	$M \pm m$	σ
1.	Бег на 100 м	$13,92 \pm 0,11$	1,11
2.	Подтягивание на перекладине	$10,94 \pm 0,35$	3,35
3.	Отжимание из упора лежа	$39,83 \pm 0,75$	7,18
4.	Прыжок в длину с места толчком двумя ногами	$236,05 \pm 1,66$	15,84

Систематические занятия физической культурой и спортивной тренировкой оказывают существенное влияние в организме человека на оптимизацию ФС студентов, необходимого для достижения высоких спортивных результатов.

В результате исследования были выявлены высокие уровни корреляционной связи между показателями спортивных испытаний и показателями ФР и ФС. Так, показатель «бег на 100 метров» достоверно коррелирует с показателями ОС (относительной силы) $R = -0,31$ ($p = 0,002$) и показателями теста Купера и МПК — $R = -0,47$ ($p = 0,000002$). Показатель «подтягивание на перекладине» коррелирует с показателями роста $R = -0,37$ ($p = 0,0002$), ДМК — $R = 0,21$ ($p = 0,04$), ОС — $R = 0,43$ ($p = 0,000002$), ДАД — $R = -0,21$ ($p = 0,04$), показателями теста Купера и МПК — $R = 0,35$ ($p = 0,0005$). Показатель «отжимание из упора лежа» коррелирует с показателями ДМК — $R = 0,24$ ($p = 0,02$), ОС — $R = 0,32$ ($p = 0,001$), показателями теста Купера и МПК — $R = 0,21$ ($p = 0,04$). Показатель «прыжок в длину с места толчком двумя ногами» коррелирует с показателями пробы Штанге — $R = 0,30$ ($p = 0,003$), показателями теста Купера и МПК — $R = 0,32$ ($p = 0,001$).

Факторный анализ позволил выявить наиболее важные показатели, определяющие общую дисперсию. Так, в структуру первого фактора вошли показатели АП ($-0,91$), САД ($-0,75$), ДАД ($-0,75$),

которые определяют 25,82% общей дисперсии. В структуру 2 фактора вошли показатели МПК ($0,77$) и «бег на 100 м» ($-0,71$), определяющие 18,59% дисперсии. В структуру третьего фактора вошел показатель ЧСС покоя ($-0,72$), определяющий 13,53% дисперсии.

С помощью метода множественной регрессии удалось спрогнозировать результаты спортивных испытаний в зависимости от показателей физического развития и функционального состояния. Так, показатель в беге на 100 м можно рассчитать по формуле:

$$A1 = 19,58 - 0,029 \cdot b - 0,09 \cdot c,$$

где: $A1$ — показатель бега на 100 м;
 b — показатель относительной силы;
 c — показатель максимального потребления кислорода по ТК.

Вероятность прогнозируемой модели составляет 26,64% при достоверности $p < 0,00015$.

Получена формула прогностического расчета результата «прыжка в длину с места толчком двумя ногами» с вероятностью 17,95% при достоверности $p < 0,00018$.

$$A2 = 178,06 + 0,21 \cdot b + 1,07 \cdot c,$$

где: $A2$ — показатель прыжка в длину с места толчком двумя ногами;
 d — показатель пробы Штанге;
 c — показатель максимального потребления кислорода по ТК.

Получена формула прогностического расчета результата «подтягивание на перекладине» с вероятностью 28,40% при достоверности $p < 0,00001$.

$$A3 = 18,87 - 0,102 \cdot g - 1,34 \cdot h + 0,097 \cdot b + 0,19 \cdot c,$$

где: $A3$ — показатель «подтягивания на перекладине»,

g — рост;

h — показатель адаптационный потенциала;

b — показатель относительной силы;

c — показатель максимального потребления кислорода по ТК.

Получена формула прогностического расчета результата «отжимание из упора лежа» с вероятностью 25,15% при достоверности $p < 0,003$.

$$A4 = 56,27 - 0,27 \cdot g - 2,31 \cdot h + 0,44 \cdot f - 0,0008 \cdot z + 0,01 \cdot TK,$$

где: $A4$ — показатель «отжимание из упора лежа»;

g — показатель роста;

h — показатель адаптационный потенциала;

f — показатель динамометрии кисти;

z — показатель жизненной емкости легких;

k — показатель тест Купера.

Оценка уровня ФР и ФС студентов выявила, что в целом исследуемые группы имеют среднее физическое развитие, однако у 64,44% — дисгармоничное. При этом около 2/3 студентов испытывают

напряжения в ФС организма, в 76,66% случаев у них присутствует напряжение механизмов адаптации.

Выявленные достоверно-значимые корреляционные связи между показателями исследования свидетельствуют о влиянии на спортивные результаты студентов уровней их ФР и ФС. Так, на скорость бега на 100 м влияют показатели относительной силы (ОС) и максимального потребления кислорода (МПК по ТК), чем выше скорость, тем выше показатели ОС и МПК. На увеличение количества подтягиваний на перекладине влияет увеличение показателей ДМК, ОС, МПК по ТК, и снижение показателей роста и ДАД. На увеличение показателя «отжимание из упора лежа» влияет увеличение показателей ДМК, ОС и МПК по ТК. На увеличение скоростно-силового показателя «прыжок в длину с места толчком двумя ногами» оказывает влияние увеличение показателей пробы Штанге и МПК по ТК.

Выявленные достоверно-значимые корреляционные связи между показателями исследования свидетельствуют о влиянии на спортивные результаты студентов уровней их ФР и ФС. Использование метода множественной линейной регрессии позволило получить формулы прогностического расчета спортивного результата по данным показателей ФР и ФС, что позволяет спрогнозировать результаты спортивных испытаний студентов и оценить эффективность занятий физической культурой.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка физического развития и функциональной подготовленности человека: методические указания к выполнению контрольной работы / сост. Е.М. Ревенко, Т.Ф. Зелова, О.Н. Кривошекова. Омск: СибАДИ, 2015.
2. Шамардин, А.А., Солопов, И.Н. Функциональные аспекты тренировки спортсменов // Фундаментальные исследования. 2013. № 10–13. С. 2996–3000.

3. Павлова, В.И., Котова, Н.В., Кислякова, С.С. Особенности функционального состояния организма студентов в процессе обучения в медицинском вузе // Современные проблемы науки и образования. 2016. №1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24107> (дата обращения: 08.11.2020).
4. Левшин, И.В., Солодков А.С., Макаров, Ю.М., Поликарпочкин, А.Н. Функциональные состояния в спорте // Теория и практика физической культуры. 2013. № 6. С. 46–49.
5. Янина, Е.А. Прогнозирование результата в пулевой стрельбе методом регрессионного анализа по психофизиологическим показателям // Сб. материалов Всерос. научно-практич. конф. «Инновационные технологии в системе спортивной подготовки, массовой физической культуры и спорта». СПб.: ФГБУ СПбНИИФК, 2019. С. 136–140.
6. Bunker, R.P., Thabtah R.P. A Machine Learning Framework for Sport Result Prediction // Applied Computing and Informatics. Elsevier, 2017.
7. Langaroudi, M.-K., Yamaghani, M. Sports Result Prediction Based on Machine Learning and Computational Intelligence Approaches // Journal of Advances in Computer Engineering and Technology. 2019. Vol. 5. Iss. 1 (17). P. 27–36.
8. Голубев, Д.В., Щедрина, Ю.А. Прогнозирование функционального состояния юношей футболистов на разных периодах спортивной подготовки // Наука и спорт: современные тенденции. 2020. Т. 8. № 1. С. 54–61.
9. Гайнуллин, Р.А., Исаев, А.П., Меньшикова, Н.В. Корреляционный, регрессионный анализ и возможности моделирования функционального состояния студентов // Теория и практика физической культуры. 2015. № 6. С. 32–35.

REFERENCES

1. *Otsenka fizicheskogo razvitiya i funktsionalnoi podgotovlennosti cheloveka: metodicheskie ukazaniya k vypolneniyu kontrolnoi raboty* [Assessment Person's Physical Development and Functional Preparedness: Methodical Instructions for the Implementation of the Control Work], ed. by E.M. Revenko, T.F. Selova, O.N. Krivoshchekov. Omsk, Siberian State Automobile and Highway University, 2015. (in Russ.)
2. Shamardin A.A., Solopov I.N. Funktsionalnye aspekty trenirovki sportsmenov [Functional Aspects of Athletes Training], *Fundamentalnye issledovaniya* = Fundamental Research, 2013, No. 10–13, pp. 2996–3000. (in Russ.)
3. Pavlova V.I., Kotova N.V., Kislyakova S.S. Osobennosti funktsionalnogo sostoyaniya organizma studentov v protsesse obucheniya v meditsinskom vuze [Features of the Functional State of the Student's Body in the Course of Studying at Medical School], *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern Problems of Science and Education, 2016, No. 1. Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24107> (accessed: 08.11.2020). (in Russ.)
4. Levshin I.V., Solodkov A.S., Makarov Yu.M., Polykarpochkin A.N. Funktsionalnye sostoyaniya v sporte [Functional States in Sports], *Teoriya i praktika fizicheskoi kultury* = Physical Culture Theory and Practice, 2013, No. 6, pp. 46–49. (in Russ.)
5. Yanina E.A. Prognozirovaniye rezultata v pulevoi strelbe metodom regressiionnogo analiza po psikhofiziologicheskim pokazatelyam [Prediction of Result in Bullet Shooting by Method of Regression Analysis on Psychophysiological Indicators]. In: *Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsiyi "Innovatsionnye tekhnologii v sisteme sportivnoi podgotovki, massovoi fizicheskoi kultury i sporta"* [Proceeding of All-Russian Scientific-Practical Conference "Innova-

- tive Technologies in System of Sports Training, Mass Physical Training and Sports”]. Saint-Petersburg, Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, 2019, pp. 136–140. (in Russ.)
6. Bunker R.P., Thabtah F.A. Machine Learning Framework for Sport Result Prediction, *Applied Computing and Informatics*. Elsevier, 2017.
 7. Langaroudi M-K., Yamaghani M. Sports Result Prediction Based on Machine Learning and Computational Intelligence Approaches, *Journal of Advances in Computer Engineering and Technology*. 2019, vol. 5, iss. 1 (17), pp. 27–36.
 8. Golubev D.V., Shchedrina Y.A. Prognozirovanie funktsionalnogo sostoyaniya yunoshei-futbolistov na raznykh periodakh sportivnoi podgotovki [Predicting the Functional State of Young Soccer Players at Different Periods of Sports Training], *Nauka i sport: sovremennye tendentsii* = Science and Sport: Modern Trends, 2020, vol. 8, No. 1, pp. 54–61. (in Russ.)
 9. Gainullin R.A., Isaev A.P., Menshikova N.V. Korrelyatsionnyi, regressionnyi analiz i vozmozhnosti modelirovaniya funktsionalnogo sostoyaniya studentov [Correlation and Regression Analysis and Modeling Capabilities of Students’ Functional State], *Teoriya i praktika fizicheskoi kultury* = Physical Culture Theory and Practice, 2015, No. 6, pp. 32–35. (in Russ.)

Большев Андрей Сергеевич, кандидат медицинских наук, доцент, кафедра физической культуры и спорта, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, abolshev@gmail.com

Andrey S. Bolshev, PhD in Medicine, Associate Professor, Physical Culture and Sports Department, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, abolshev@gmail.com

Сидоров Дмитрий Глебович, доктор педагогических наук, доцент, профессор, кафедра физической культуры и спорта, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, d63sidorow@yandex.ru

Dmitry G. Sidorov, ScD in Pedagogy, Professor, Physical Culture and Sports Department, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, d63sidorow@yandex.ru

Сидорова Ольга Викторовна, кандидат педагогических наук, доцент, кафедра подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта, osidorowa@yandex.ru

Olga V. Sidorova, PhD in Pedagogy, Associate Professor, Hoisting and Transport Machines and Machine Repair Department, Volga State University of Water Transport, osidorowa@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 19.03.2021. Принята к публикации 19.04.2021

The paper was submitted 19.03.2021. Accepted for publication 19.04.2021