

МОДЕЛЬ ИДЕАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ БЕГА НА ДИСТАНЦИЮ ОДИН КИЛОМЕТР ПО СТАДИОНУ

Е. Ю. Елизарова, М. А. Орлова

*Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина,
Нижний Новгород. Россия*

Бег в жизни современного человека отражает его определенную жизненную позицию. Бег помогает укрепить и сохранить здоровье, обеспечивает формирование высокого уровня трудоспособности и достижение активного долголетия. Совершенствование физической формы, достижение личных результатов, в том числе и победа в соревнованиях, становятся неотъемлемой частью его жизни. В данной статье рассматривается математический подход в оценке подготовки спортсмена к бегу на дистанции один километр.

Теоретический анализ научной литературы и практической деятельности в области физического развития показал, что ни в теории, ни в практике не выделено общего подхода по расчету временных показателей для тренировки бега.

В связи с этим, возникает задача исследования: создать модель, отражающая расчеты временных показателей бега на определенную дистанцию, например в один километр.

На основе системного подходов к организации тренировок бега и методов математического моделирования была разработана модель преодоления дистанции в один километр, исходя из желаемого (необходимого) временного отрезка.

Математический метод расчета временных показателей на различных участках дистанции с учетом применения тактики движения с ускорением спортсмена позволил рассчитать идеальную тактику бега на дистанцию один километр (стандартный круг).

В результате исследования разработана модель расчета временных показателей бега на дистанцию в один километр, которая может быть применена для совершенствования нормативов спортсмена. Данная модель имеет универсальный формат, поскольку исходные данные в модели могут меняться в зависимости от целей и числовых показателей, результатов, к которым стремится спортсмен. При этом использование математического метода расчета времени бега спортсмена на дистанцию в один километр по стадиону позволит определить временные показатели не только для дистанций отличных от одного километра, но и для других циклических упражнений в различных видах спорта, например плавании, лыжных гонках и других.

Ключевые слова: *математика и спорт, идеальная техника бега, временной показатель бега.*

Введение. Взаимосвязь математики и спорта во многом воспринимается как что-то невозможное. При этом в большинстве видов спорта ум, образование, расчет — вещи далеко не лишние. Так, например, хороший теннисист, владеющий разнообразной и тонкой техникой ударов, безусловно, будет иметь уже за счет одного только мастерства значительное преимущество над менее опытным коллегой. Но при встрече равных по мастерству соперников решающим окажется тактика ведения поединка, умение оценивать ситуацию на корте, быстро её анализировать и выбирать для ответа

оптимальное решение из множества возможных вариантов. У теннисиста высшего класса мозг во время матча работает как компьютер с загруженной программой математического моделирования процессов и решением задач оптимизации. Недавно подавляющая часть хороших теннисистов — образованные и умные люди, а среди ученых теннис — широко распространенная игра. Но теннис не исключение [4; 11]. Аналогично можно сказать относительно других видов спорта. Современный спорт вообще становится в последние годы все более интеллектуальным.

Математические понятия и термины можно встретить для измерения спортивных достижений: длины, высоты, времени, поднятых килограммов, забитых мячей или шайб и подсчета итогового результата для выявления победителя и т. п.

Методами математической статистики рассчитывают условия, наиболее оптимальные для тренировок, их эффективность, обрабатывают показания датчиков, контролирующих нагрузку спортсмена, дается оценка степени загруженности зрительного аппарата при занятии различными видами спорта. Математика и физика помогают конструировать наиболее удачные формы спортивных снарядов и тренажеров (гребных судов и весел, саней и бобов, ракеток, клюшек и пр.), просчитывать сначала в теории, а затем отрабатывать на практике оптимальные по своим энергозатратам и эффективности движения спортсмена [1; 7; 8; 14; 19].

Как показывает практика, с физической культурой человек начинает знакомится при обучении в детском саду, школе, затем продолжает свое развитие в вузе. Одним из упражнений в образовательных учреждениях является бег. Разработаны методики организации бега, где учитывается техника работы рук, положение туловища и головы при беге, техника работы ног, разработаны методики тренировок и т. п. [15; 18; 20]

Н. А. Лебедев в работе «Использование различных средств повышения выносливости при

подготовке молодых бегунов на средние и длинные дистанции» находит взаимосвязь между продолжительностью бега и частотой ударов сердца (ЧСС) у спортсмена, между видами дорожного покрытия и ЧСС человека при беге [9]. О. В. Тупоногова представляет результаты исследования бегунов в зависимости от их генетического типа, приводя итоги медицинских показателей по потреблению кислорода организмом человека при беге на дистанцию до 3000 метров [13]. Г. М. Бергнев, В. Г. Никитушкин, R. Maughan, S. Riazati, N. Caplan, P. R. Hayes и другие специалисты говорят о необходимости применять комплексно различные средства и методы тренировки для формирования в беге тактического направления «от выносливости к скорости». Для этого используются специальные беговые упражнения, направленные на формирование выносливости, применяется смена быстрого и медленного темпа бега и т. д. При этом авторы отмечают необходимость применения тактики ускорения в беге, формирование которого при тренировках способствует развитию навыков бега на грани возможностей [2; 10; 16].

Существуют нормативы бега на различные дистанции (см. табл. 1—2) [2; 5].

Анализ научной литературы показывает, что ни в теории, ни в практике не выделено общего подхода по расчету временных показателей для тренировки бега. В связи с этим возникает цель исследования: выявить, обосновать и эксперимен-

Таблица 1
Нормативы в беге на 1 км для учеников 4—11 класса школы

	Мальчики			Девочки		
	5	4	3	5	4	3
4 класс	5,50	6,10	6,50	6,10	6,30	6,50
5 класс	4,30	4,50	5,20	4,50	5,10	5,40
6 класс	4,20	4,45	5,15			
7 класс	4,10	4,30	5,00			
8 класс	3,50	4,20	4,50	4,20	4,50	5,15
9 класс	3,40	4,10	4,40			
10 класс	3,35	4,00	4,30			
11 класс	3,30	3,50	4,20	4,40	5,00	5,40

Таблица 2

Нормативы в беге на 1 км для мужчин и женщин

Разрядные нормативы бега на 1 км среди парней и мужчин								
Звания			Юношеские разряды			Юниорский разряды		
МСМК	МС	КМС	I	II	III	I	II	III
2:18,0	2:21,0	2:28,0	2:36,0	2:48,0	3:00,0	3:15,0	3:35,0	4:00,0
Разрядные нормативы бега на 1 км среди девушек и женщин								
2:36,5	2:44,0	2:54,0	3:05,0	3:20,0	3:40,0	4:00,0	4:20,0	4:45,0

гально проверить временные условия оптимальных тренировок бега.

При реализации цели, мы остановимся на следующей задаче исследования: создать модель, отражающая расчеты временных показателей бега на определенную дистанцию, например, в один километр.

Методы и организация исследования. Теоретическую основу и методологическую базу нашего исследования определяли системный подход, математические методы (анализ, сравнение, обобщение), которые использовались в статье в разных сочетаниях с учетом принципов целесообразности и целостности. Теоретический анализ научной литературы и практической деятельности в области физического развития позволил сформулировать цель и задачи исследования. На основе системного подходов и методов математического моделирования была разработана модель преодоления дистанции в один километр, исходя из желаемого (необходимого) временного отрезка.

Результаты исследования и их обсуждение. Бег — это вид физической активности, сопровождающийся чередованием одноопорных и безопорных положений [12, с. 8]. Бег относится к циклическим видам упражнений, поэтому повторяемость действий позволит более точно произвести расчет скорости на разных участках дистанции. При этом под скоростью будем понимать степень быстроты движения, распространения действия.

Рассматривая бег на дистанцию один километр по стадиону (стандартный круг), будем говорить о том, что «стандартный круг» стадиона составляет 400 метров. Следовательно, путем несложных вычислений можно сказать, что бежать придется 2,5 круга, т. е. $400 \text{ м} + 400 \text{ м} + 200 \text{ м} = 1000 \text{ м} = 1 \text{ км}$.

Для того чтобы технично преодолеть данную дистанцию, необходимо желаемое время взять за ориентир. Теперь от него будет зависеть скорость преодоления дистанции. Далее важно разделить дистанцию на части и для каждой из них определить свое время. Из данных размышлений сгенерируем план, состоящий из следующих пунктов:

1. Определение желаемого времени преодоления дистанции;
2. Деление дистанции на части;
3. Формирование времени для каждой из частей дистанции;
4. Преодоление дистанции в рекордное время.

Используя данный план, смоделируем ситуацию: чтобы выиграть соревнования, спортсмену

необходимо преодолеть один километр на стадионе за 4 минуты.

Разработаем идеальную технику для данного спортсмена. Для этого решим следующую задачу, в которой исходными данными являются: дистанция — 1 км или 1000 м, желаемое время составляет 4 минуты, т. е. 240 с (t), количество кругов — 2,5, так как стадион стандартный.

Для того чтобы было проще рассчитывать силы и следить за временем, необходимо брать короткую дистанцию. В нашем случае самая оптимальная дистанция составляет 200 метров.

Определим количество частей дистанции в 1 км. Для этого поделим все расстояние на 200 метров, получим, что $1000 \text{ м} / 200 \text{ м}$ равно 5 частей.

При помощи вычислений определим максимальное время на каждую часть заданного временного промежутка. Для этого поделим желаемое время на количество частей. В результате получим, что $240 \text{ с} / 5$ равно 48 с. Данное время является ограничителем, т. е. той максимальной планкой, больше которой бежать нельзя.

Как отмечают многие спортсмены, чтобы правильно распределить силы на всей дистанции, нужно начинать спокойно и в дальнейшем идти на ускорение [10; 17]. Таким образом, начальные части дистанции преодолеваются на пределе времени, в нашем случае первые 200 метров s_1 преодолеваются за 47—48 секунд. Следующие 200 метров s_2 преодолеваются на 3—5 секунд быстрее по состоянию организма, т. е. за 43—45 с. Последующие части дистанции преодолеваются по такому же принципу.

Преодолев две части дистанции ($s_1 + s_2$), то есть 400 метров, нужно посмотреть на время. Оно не должно составлять более 96 с, т. е. по 48 с за каждую из двух пройденных частей дистанции, составляющей 1 мин 36 с. Преодолев следующие 2 части дистанции, т. е. уже 4 части по 200 метров ($s_1 + s_2 + s_3 + s_4$), время не должно составлять более 3 мин 12 с. Последняя часть должна преодолевается на максимальной скорости спортсмена.

Таким образом, математический метод расчета временных показателей на различных участках дистанции с учетом применения тактики движения с ускорением спортсмена позволил рассчитать идеальную тактику бега на дистанцию один километр (стандартный круг) (см. табл. 3).

Выводы. Таким образом, разработанная модель расчета временных показателей бега на дистанцию в один километр универсальна, поскольку исходные данные в модели могут меняться в зависимости от целей и числовых показателей,

Таблица 3

**Расчет временных показателей бега на различных участках дистанции
в один километр за время t ($t = 240$ с)**

Номер дистанции	Части дистанции (м)	Время прохождения дистанции с ускорением (с)	Максимально возможное время прохождения дистанции (с), $t / 5$	Минимальная скорость движения (м/с), S / t
s_1	200 м	48	48	$s_1 / 48$
s_2	200 м	43—45	48	$s_2 / 48$
s_3	200 м	40—42	48	$s_3 / 48$
s_4	200 м	37—39	48	$s_4 / 48$
s_5	200 м	34—36	48	$s_5 / 48$
Итого	1 км	Менее 210 с	240 с	4,17 м/с

временных результатов, к которым стремится спортсмен. При этом использование математического метода расчета идеальной техники бега спортсмена на дистанции один километр по стадиону, позволит определить временные показатели не только для дистанций отличных от одного километра, но и для других циклических упражнений в различных видах спорта, например, плавание, лыжная гонка и других.

Список литературы

- Афанасьев, В. В. Математическая статистика в спорте / В. В. Афанасьев, И. Н. Непряев // Ярославский педагогический вестник. — 2005. — № 2. — С. 108—113.
- Бертнев, Г. М. Бег на короткие дистанции / Г. М. Бертнев. — М.: Физкультура и спорт, 1971. — 72 с.
- Бочкарева, С. И. Физическая культура: учебно-методический комплекс (для студентов экономических специальностей) / С. И. Бочкарева, О. П. Кокоулина, Н. Е. Копылова, Н. Ф. Митина, А. Г. Ростеванов. — М., 2011 — 344 с.
- Железняк, Ю. Д. Спортивные игры. Техника, тактика, методика обучения / Ю. Д. Железняк, Ю. М. Портнов. — М., 2007. — 420 с.
- Жилкин, А. И. Легкоатлетические упражнения в системе физического воспитания курсантов заведений гражданской авиации / А. И. Жилкин, Е. В. Сидорчук. — Ульяновск, 2003. — 134 с.
- Иванов В. Д. Бег Как средство оздоровления / В. Д. Иванов, М. Ю. Бардина // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. — 2019. — Т. 4, № 1. — С. 41—47.
- Иванов В. Д. Спортивное питание как важнейшее условие успеха спортсмена / В. Д. Иванов, Р. Р. Мунирова // Научные исследования: от теории к практике. — 2015. — № 5 (6). — С. 194—195.
- Иванов В. Д. Формирование здоровьесберегающей компетентности студентов высших учебных образовательных учреждений / В. Д. Иванов, А. Е. Трапезникова // Актуальные проблемы и перспективы теории и практики физической культуры, спорта, туризма и двигательной рекреации в современном мире : материалы Всерос. науч.-практ. конф. : в 2 ч. — Челябинск, 2015. — С. 31—34.
- Лебедев, Н. А. Использование различных средств повышения выносливости при подготовке молодых бегунов на средние и длинные дистанции / Н. А. Лебедев // Физическая культура. — 2001. — № 2. — С. 28—29.
- Никитушкин, В. Г. Спорт высших достижений: теория и методика / В. Г. Никитушкин, Ф. П. Суслов. — М.: Спорт, 2018. — 317 с.
- Самойлова, Т. В. Настольный теннис. Практические советы / Т. В. Самойлова, Ю. А. Ретинская // Наука-2020. — 2016. — № 5 (11). — С. 90—96.
- Суслов, Ф. П. Бег на средние и длинные дистанции / Ф. П. Суслов. — М.: Физкультура и спорт, 1982. — 201 с.
- Тупоногова, О. В. Тренировка выносливости у юных бегунов на средние дистанции: обзор современных / О. В. Тупоногова // Вестник спортивной науки. — 2012. — № 1. — С. 28—33
- Халафян, А. А. Компьютерный анализ данных как инструментарий в спортивной аналитике / А. А. Халафян, Т. В. Бушуева, А. Г. Минасян // Физическая культура, спорт — наука и практика. — 2016. — №1. — С. 52—58
- Чинкин, А. С. Основы подготовки бегунов на длинные дистанции / А. С. Чинкин. — М.: Физическая культура, 2008. — 158 с.
- Macdonald, L. Active commute to school: does distance from school or walkability of the home neighbourhood matter? A national cross-sectional study of children aged 10—11 years, Scotland, UK /

L. Macdonald, P. Mccrorie, N. Nicholls, J.R. Olsen // *BMJ Open*. — 2019 — № 9 (12). — Pp. 135—140.

17. Maughan, R. Middle-distance events / R. Maughan, R. Gleeson // *The biochemical basis of sports performance*. — New York: Oxford University Press, 2010. — Pp. 99—126.

18. Moriarty, T. A. Acute Aerobic Exercise Based Cognitive and Motor Priming: Practical Applications and Mechanisms / T. A. Moriarty, C. Mermier, L. Kravitz, N. Beltz, M. Zuhl // *Frontiers in Psychology*. — 2019. — № 10. — Pp. 78—83.

19. Riazati, S. The number of strides required for treadmill running gait analysis is unaffected by either speed or run duration / S. Riazati, N. Caplan, P.R. Hayes // *Journal of Biomechanics*. — 2019. — № 97. — Pp. 121—128

20. Scherer, M. J. Assistive technology selection to outcome assessment: the benefit of having a service delivery protocol / M. J. Scherer // *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. — 2019. — № 14(8). — Pp. 762—763

Поступила в редакцию 18 февраля 2021 г.

Для цитирования: Елизарова, Е. Ю. Модель идеальной техники бега на дистанцию один километр по стадиону / Е. Ю. Елизарова, М. А. Орлова // *Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация*. — 2021. — Т. 6, № 2. — С. 13—19.

Сведения об авторах

Елизарова Екатерина Юрьевна — старший преподаватель кафедры физики, математики и физико-математического образования, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, Нижний Новгород, Россия. **Scopus ID:** 57203924475. **ORCID ID:** 0000-0002-1348-3908. **AuthorID:** 737213. **E-mail:** *Elizarova-EU@yandex.ru*

Орлова Мария Александровна — студент 1-го курса факультета естественных, математических наук, направление «Педагогическое образование», профиль «Физика и математика», Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, Нижний Новгород, Россия. **E-mail:** *orlova.maria77777@yandex.ru*

PHYSICAL CULTURE. SPORT. TOURISM. MOTOR RECREATION

2021, vol. 6, no. 2, pp. 13—19.

The model of the ideal technique for running a distance of one kilometer around the stadium

Elizarova E.Yu.¹, Orlova M.A.²

¹ *Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, Nizhny Novgorod, Russia. Elizarova-EU@yandex.ru*

² *Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, Nizhny Novgorod, Russia. orlova.maria77777@yandex.ru*

Running in the life of a modern person reflects his certain life position. Running helps to strengthen and maintain health, ensures the formation of a high level of working capacity and the achievement of active longevity. Improving physical fitness, achieving personal results, including winning competitions, become an integral part of his life. This article discusses a mathematical approach to assessing the preparation of an athlete to run at a distance of one kilometer. A theoretical analysis of the scientific literature and practical activities in the field of physical development has shown that neither in theory nor in practice there is a general approach to calculating time indicators for running training. The objective of the study is to create a model that reflects the calculations of the time indicators of running for a certain distance, for example, one kilometer.

On the basis of systematic approaches to the organization of running training and methods of mathematical modeling, a model was developed for overcoming a distance of one kilometer, based on the desired (necessary) time interval. The mathematical method of calculating time indicators at various sections of the distance, taking into account the use of the tactics of movement with the acceleration of the athlete, allowed us to calculate the ideal tactics of running at a distance of one kilometer (standard circle).

As a result of the research, a model for calculating the time indicators of running at a distance of one kilometer has been developed, which can be used to improve the standards of an athlete. This model has a universal format, since the initial data in the model can change depending on the goals and numerical indicators, the results that the athlete strives for. At the same time, the use of a mathematical method for calculating the time of running an athlete for a distance of one kilometer around the stadium will allow you to determine the time indicators not only for distances other than one kilometer, but also for other cyclic exercises in various sports, for example, swimming, cross-country skiing and others.

Keywords: *math and sports, perfect running technique, running time index.*

References

1. Afanasyev V.V., Nepryaev I.N. *Matematicheskaya statistika v sporte* [Mathematical statistics in sports]. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin], 2005, no. 2, pp. 108—113. (In Russ.).
2. Bertnev G.M. *Beg na korotkie distantsii* [Running on short distances]. Moscow, 1971. 72 p. (In Russ.).
3. Bochkareva S.I., Kokoulina O.P., Kopylova N.E., Mitina N.F., Rostevanov A. G. *Fizicheskaja kultura: uchebno-metodicheskij kompleks (dlja studentov `ekonomicheskikh spetsialnostej)* [Physical culture: an educational and methodological complex (for students of economic specialties)]. Moscow, 2011. 344 p. (In Russ.).
4. Zheleznyak Yu.D., Portnov Yu.M. *Sportivnye igry. Tehnika, taktika, metodika obuchenija* [Sports games. Technique, tactics, teaching methods]. Moscow, 2007. 420 p. (In Russ.).
5. Zhilkin A.I., Sidorchuk E.V. *Legkoatleticheskie uprazhnenija v sisteme fizicheskogo vospitanija kursantov zavedenij grazhdanskoj aviatsii* [Track and field exercises in the system of physical education of cadets of civil aviation institutions]. Ulyanovsk, 2003. 134 p. (In Russ.).
6. Lebedev N.A. *Ispolzovanie razlichnyh sredstv povyshenija vynoslivosti pri podgotovke molodyh begunov na srednie i dlinnie distantsii* [The use of various means of increasing endurance in the preparation of young runners for medium and long distances]. *Fizicheskaja kultura* [Physical culture], 2001, no. 2, pp. 28—29 (In Russ.).
7. Ivanov V.D., Munirova R.R. *Sportivnoe pitanie kak vazhneyshee uslovie uspeha sportsmena* [Sports nutrition as the most important condition for the success of an athlete]. *Nauchnyie issledovaniya: ot teorii k praktike* [Scientific research: from theory to practice], 2015, no. 5 (6), pp. 194—195. (In Russ.).
8. Ivanov V.D., Trapeznikova A.E. *Formirovanie zdorovesberegayushey kompetentnosti studentov vysshih uchebnyih obrazovatelnyih uchrezhdeniy* [Formation of health-saving competence of students of higher educational institutions]. *Aktualnyie problemy i perspektivy teorii i praktiki fizicheskoy kulturyi, sporta, turizma i dvigatelnoy rekreatsii v sovremennom mire* [Actual problems and prospects of the theory and practice of physical culture, sports, tourism and motor recreation in the modern world]. Chelyabinsk, 2015. Pp. 31—34. (In Russ.).
9. Nikitushkin V.G., Suslov F.P. *Sport vysshih dostizhenij: teorija i metodika* [Sport of the highest achievements: theory and methodology]. Moscow, 2018. 317 p. (In Russ.).
10. Samoilova T.V., Retinskaya Yu.A. *Prakticheskie soveti* [Table tennis. Practical tips]. *Nauka-2020* [The science-2020], 2016, no.5 (11), pp. 90—96. (In Russ.).
11. Suslov F.P. *Beg na srednie i dlinnie distantsii* [Running on medium and long distances]. Moscow, 1982. 201 p. (In Russ.).
12. Tuponogova O.V. *Trenirovka vynoslivosti u junyh begunov na srednie distantsii: obzor sovremennyh tendentsij* [Endurance training for young middle-distance runners: a review of current trends]. *Vestnik sportivnoj nauki* [journal of sports science], 2012, no. 1, pp. 28—33. (In Russ.).
13. Khalafyan A.A., Bushueva T.V., Minasyan A.G. *Kompjuternyj analiz dannyh kak instrumentarij v sportivnoj analitike* [Computer analysis of data as a tool in sports analytics]. *Fizicheskaja kultura, sport — nauka i praktika* [Physical culture, sport-science and practice], 2016, no. 1, pp. 52—58. (In Russ.).
14. Chinkin A.S. *Osnovy podgotovki begunov na dlinnie distantsii* [Fundamentals of training long-distance runners]. Moscow, 2008. 158 p. (In Russ.).
15. Macdonald L., Mccrorie P., Nicholls N., Olsen J.R. *Active commute to school: does distance from school or walkability of the home neighbourhood matter? A national cross-sectional study of children aged 10—11 years, Scotland, UK.* *BMJ Open*, no. 9 (12), December, pp. 135—140, [https:// pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31874893/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31874893/) DOI: 10.1136 / bmjopen-2019-033628.
16. Maughan R., Gleeson R. *Middle-distance events. The biochemical basis of sports performance.* Oxford University Press, New York, 2010. Pp. 99—126.
17. Moriarty T.A., Mermier C., Kravitz L., Beltz N., Zuhl M. *Acute Aerobic Exercise Based Cognitive*

and Motor Priming: Practical Applications and Mechanisms. *Frontiers in Psychology*, no. 10, pp. 78—83, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31920835>.

18. Riazati S., Caplan N., Hayes P.R. The number of strides required for treadmill running gait analysis is unaffected by either speed or run

duration. *Journal of Biomechanics*, 2019, no. 97, pp. 121—128.

19. Scherer M.J. Assistive technology selection to outcome assessment: the benefit of having a service delivery protocol. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 2019, no. 14 (8), pp. 762—763.