

DOI 10.31483/r-116178

Костенко Елена Геннадьевна

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ИНДУСТРИИ СПОРТА

Аннотация: статистические методы исследования используются во всех сферах индустрии спорта. Математическая обработка данных является базисным инструментом для повышения эффективности тренировочного процесса, анализа техники спортсменов, прогнозирования результатов соревнований, моделирования индивидуальных программ подготовки и сохранению здоровья спортсменов.

Ключевые слова: математическая обработка данных, анализ, оценка, моделирование, прогнозирование, статистический анализ, спорт, физическая культура.

MATHEMATICAL PRINCIPLES OF DATA PROCESSING IN THE SPORTS INDUSTRY

Abstract: statistical research methods are used in all areas of the sports industry. Mathematical data processing is a basic tool for increasing the efficiency of the training process, analyzing athletes' technique, predicting competition results, modeling individual training programs and maintaining athletes' health.

Keywords: mathematical data processing, analysis, evaluation, modeling, forecasting, statistical analysis, sports, physical education.

Математическая обработка данных в циклических видах спорта

В циклических видах спорта, таких как легкая атлетика (бег, плавание, велоспорт), лыжные гонки и триатлон, математическая обработка данных имеет ключевое значение для улучшения результатов и оптимизации тренировочного процесса. Анализ научных источников позволил выделить основные направления применения математических методов в этих видах спорта: статистический анализ результатов, моделирование и прогнозирование, оптимизация

тренировочного процесса, биомеханический анализ, сравнительный анализ, использование технологий, психологические аспекты [11].

Статистический анализ результатов: сбор данных включает в себя регулярное отслеживание результатов соревнований и тренировок для создания базы данных. А также выявление закономерностей в результатах спортсменов, таких как улучшение личных рекордов или влияние различных факторов (например, погоды, состояния здоровья) [2].

Моделирование и прогнозирование: использование математических моделей для предсказания будущих результатов на основе анализа прошлых данных, а также моделирование различных условий соревнований, чтобы понять, как они могут повлиять на результаты [5].

Оптимизация тренировочного процесса включает в себя использование математических методов для расчета оптимальной нагрузки и восстановления, что позволяет избежать перетренированности.

Биомеханический анализ: использование математических методов для анализа техники выполнения упражнений, что помогает улучшить эффективность движений. Анализ данных о скорости, углах суставов и других параметрах для улучшения техники и снижения риска травм [7].

Сравнительный анализ: применение статистических методов для сравнения результатов разных спортсменов, выявления сильных и слабых сторон. Анализ, как различные факторы (например, питание, тренировки, психологическое состояние) влияют на результаты [16].

Использование технологий: применение GPS-датчиков, пульсометров и других технологий для сбора данных о тренировках и соревнованиях (рис. 1) Обработка и анализ собранных данных с использованием статистических и математических методов [15].

Психологические аспекты: изучение влияния психологического состояния на результаты, использование опросников и тестов для сбора данных. Применение статистических методов для анализа связи между психологическими аспектами и физическими результатами [11].

В циклических видах спорта сбор и анализ данных, моделирование производительности и оптимизация тренировочного процесса являются ключевыми аспектами для достижения высоких результатов.

Дист общая, м	Дист э 5	Взрыв. дейст.	ЧСС ср, уд/ мин	ЧСС макс, уд/ мин	Общ нагр	Макс. скорост ь, км/ч	Энергия, ккал	
7937	10.74(0)	623	2249.76(60)	167	200	212	27	782
7760	111.04(1)	607	2864.13(76)	175	200	209	30	951
6847	75.9(1)	555	1160.33(31)	154	200	195	30	709
7694	185.13(2)	553	1779.52(48)	162	200	228	32	735
7821	77.1(1)	552	839.9(26)	152	200	205	29	674
8030	57.84(1)	538	1263.55(36)	159	200	218	28	693
7764	103.06(1)	526	2018.83(54)	160	200	193	30	807
6692	283.55(4)	482	1971.58(52)	158	189	141	34	791
6846	39(1)	465	2417.86(64)	163	197	160	28	786
7200	48.86(1)	453	169.84(5)	143	176	173	30	627
6817	44.56(1)	441	3219.02(85)	173	200	152	28	874
7244	176.47(2)	426	2308.78(62)	164	200	167	31	861
7454	131.24(1)	404	405.89(1)	150	176	156	31	728

Рис. 1. Результаты тренировки спортсменов, полученные с помощью GPS-датчиков

Математические принципы моделирования производительности и оптимизации тренировочного процесса позволяют тренерам и спортсменам принимать обоснованные решения, повышать эффективность тренировок и достигать более высоких результатов в циклических видах спорта. Применение современных технологий и математических методов становится важным инструментом в подготовке спортсменов на высоком уровне [14].

Исследование научной литературы подтвердило значимость математических подходов для повышения эффективности тренировок и анализа техники выполнения в циклических видах спорта.

Математический расчёт различных видов тренировок позволяет планировать тренировочный процесс, принимая во внимание рост, вес, возраст, частоту сердечных сокращений, показатели артериального давления, степень подготовленности.

Объективный биомеханический анализ с использованием математических методов даёт точные количественные данные о различных элементах

соревновательных упражнений, способствует учету индивидуальных особенностей или ошибок в технике движений, а также корректировки тренировочного процесса.

Математические подходы определяют стратегию тренировок, принимая во внимания личные качества спортсмена и цели команды, позволяют повысить результативность тренировочных процессов и достичь лучших спортивных результатов.

Математические подходы обработки данных в лёгкой атлетике

Легкая атлетика, являясь одним из самых измеримых видов спорта, предоставляет обширный материал для математического анализа. С развитием технологий сбора и обработки данных, математические методы становятся все более востребованными для оптимизации тренировочного процесса, анализа техники и прогнозирования результатов. Математическая обработка данных играет ключевую роль в этом процессе, предоставляя инструменты для использования ценной информации из большого количества объёма данных, собранных с помощью различных технологий, таких как датчики движения, видеосъемка и хронометраж [11].

Применение математических методов в легкой атлетике дает возможность глубже понять биомеханику движений, оптимизировать тренировочные нагрузки, выявить сильные и слабые стороны спортсменов, а также предсказать вероятность достижения определенных результатов.

Исследование научных источников позволило выделить базисные аспекты применения математических инструментов обработки данных в легкой атлетике: анализ биомеханики, оптимизация тренировочного процесса, прогнозирование результатов, оценка эффективности соревновательной деятельности [14].

Математические методы гарантируют точный анализ кинематических и динамических характеристик движений спортсменов. С помощью датчиков движения, закрепленных на теле атлета, можно получить данные о скорости, углах суставов и других параметрах. Эти данные обрабатываются с использованием методов математического моделирования, что позволяет узнать особенности

техники, определить оптимальные параметры движений и выявить потенциальные риски травм [15]. Например, анализ угла отталкивания в прыжках в длину или высоту может помочь спортсмену улучшить его технику.

Для определения основных числовых характеристик и взаимосвязей между различными параметрами движений используют статистический анализ, в том числе с применением дополнительной настройки параметров MS Excel «Анализ данных» (рис.2). Это способствует безошибочной оценки стабильности техники и выявлению факторов, влияющих на результативность.

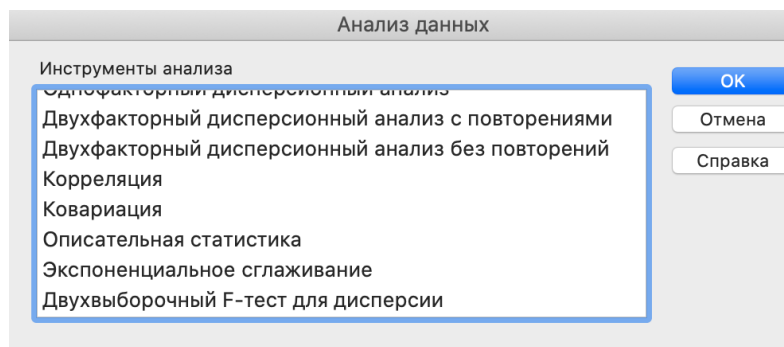


Рис. 2. Диалоговое окно «Анализ данных»

Математические подходы дают возможность анализировать данные о нагрузках, таких как объем, интенсивность и частота. Благодаря этому можно составить индивидуальный план тренировок, оптимизированных для достижения максимальной эффективности. Интерполяция и экстраполяция эмпирических данных позволяет спроектировать модели зависимости спортивных результатов от различных параметров тренировочного процесса, что способствует определению оптимальных соотношений между объемом и интенсивностью тренировок [21].

Современные технологии помогают предсказывать результаты соревнований на основе анализа данных о прошлых выступлениях, нагрузках во время тренировок и других факторах и проводить регрессионный анализ. Корреляционно – регрессионный анализ используется для построения моделей, связывающих результаты соревнований с различными показателями, такими как возраст, опыт, результаты предыдущих соревнований и др. [10].

Анализируя динамику результатов спортсмена во времени и прогнозируя его будущие выступления, необходимо использовать методы временных рядов. Математические техники позволяют анализировать результаты соревнований, выявлять тенденции и оценивать эффективность выступлений спортсменов и команд. Анализ данных о распределении мест, достигнутых результатах обеспечивает оценку уровня конкуренции, выявляет лидеров и оценивает эффективность применяемых тактических схем [23].

Применение математических принципов и современных технологий благоприятствует повышению эффективности тренировочного процесса, оптимизации техники движений и прогнозированию результатов соревнований. В будущем можно ожидать дальнейшего развития этого направления и появления новых методов анализа данных, которые позволят достичь еще больших успехов в легкой атлетике.

Использование статистики Стьюдента в адаптивной физической культуре

Адаптивная физическая культура (АФК) стремится обеспечить физическую активность и спортивное участие людям с ограниченными возможностями. Эффективность различных методик и программ АФК требует тщательной оценки, и здесь статистические методы играют ключевую роль. Одним из наиболее распространенных и доступных инструментов для анализа данных в АФК является t -критерий Стьюдента. Он позволяет сравнивать средние значения показателей у разных групп или оценивать изменение показателей у одной группы до и после вмешательства [11].

Анализ научно-методических источников позволил выделить основные аспекты применения t -критерия Стьюдента в АФК: сравнение эффективности различных методик, оценка эффективности реабилитационных программ, анализ влияния факторов на физическую активность, оценка влияния адаптивных технологий [8].

Предположим, сравниваются две группы людей с ограниченными возможностями, одна из которых тренируется по программе А (выборка X), а другая –

по программе Б (выборка Y). Для нахождения фактического параметра используют формулу (1).

$$t = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{m_x^2 + m_y^2}} \quad (1),$$

где \bar{x}, \bar{y} – величины средних выборок X и Y;

m_x, m_y – стандартные ошибки средних выборок X и Y.

Средние значения и стандартные ошибки средних выборок рекомендуется находить, используя дополнительную надстройку параметров MS Excel «Анализ данных» – «Описательная статистика».

Статистика Стьюдента позволит определить, существенно ли различаются средние значения, например, силы мышц, выносливости или гибкости, достигнутые в этих группах. Это поможет выбрать наиболее эффективную методику для конкретной категории людей с ограниченными возможностями [13].

В реабилитационном процессе t-критерий применяется для сравнения показателей до (выборка X) и после (выборка Y) реабилитационных мероприятий с использованием формулы (2) или «Анализ данных» – «Парный двухвыборочный t-тест для средних» (рис. 3).

$$t = \frac{|\bar{z}| \cdot \sqrt{n \cdot (n-1)}}{\sqrt{\sum (z_i - \bar{z})^2}} \quad (2),$$

где $|\bar{z}| = |\bar{x} - \bar{y}|$, n – число испытуемых.

Рис. 3. Диалоговое окно «Анализ данных» – «Парный двухвыборочный t-тест для средних»

Например, можно сравнить уровень подвижности сустава у пациентов перед началом программы и после ее завершения. Статистически значимое различие указывает на эффективность программы. Важно отметить, что размер выборки должен быть достаточным для надежности результатов [22].

Статистический критерий Стьюдента применяют для сравнения физической активности людей с различными видами ограничений, к примеру установит достоверность различий продолжительности физических упражнений у людей с нарушениями зрения и людей с нарушениями слуха. Статистический анализ дает возможность выявить особенности, которые необходимо учитывать при разработке индивидуальных программ АФК [1].

Статистика Стьюдента дает оценку влияния адаптивных технологий (специальный инвентарь, тренажеры) на эффективность тренировок, t-критерий предоставляет возможность сравнить показатели людей, использующих адаптивные технологии, с показателями контрольной группы, не использующей их [20].

Несмотря на широкое применение, необходимо помнить об ограничениях t-критерия. Он предполагает нормальное распределение данных, что не всегда выполняется в АФК, особенно при работе с малыми выборками. В таких случаях могут потребоваться непараметрические методы анализа. Также, важно учитывать гомогенность дисперсий сравниваемых групп. Нарушение этого предположения может привести к некорректным выводам [3].

Таким образом t-критерий Стьюдента является ценным инструментом для объективной оценки эффективности различных программ и методик в АФК. Однако, его применение должно быть обоснованным и сопровождаться пониманием его ограничений. Комбинация t-критерия с другими статистическими методами и качественным анализом данных способствует разработке более эффективных и индивидуализированных программ для людей с ограниченными возможностями. Важно помнить, что статистический анализ – лишь один из аспектов оценки эффективности, и его результаты должны интерпретироваться в контексте клинической практики.

Метод корреляционного анализа в спортивной медицине

Корреляционный анализ – мощный статистический инструмент, широко применяемый в различных областях науки, включая спортивную медицину. Он позволяет оценить взаимосвязь между двумя или более переменными, не устанавливая причинно-следственных связей, но выявляя наличие и силу этой связи. В спортивной медицине корреляция помогает установить связи между различными физиологическими показателями, тренировочными нагрузками и спортивными результатами, что способствует разработке эффективных тренировочных программ и стратегий восстановления [2].

Анализ научной литературы позволил выделить базисные направления применение корреляционного анализа в спортивной медицине: связь физиологических показателей и спортивных результатов, влияние тренировочных нагрузок на физиологические показатели, оценка эффективности методов восстановления, анализ риска травм, оценка влияния факторов питания на спортивные результаты, анализ риска травм, оценка влияния факторов питания на спортивные результаты [6].

В настоящее время корреляционный анализ проводят с использованием различных прикладных программ, в том числе дополнительной надстройки параметров MS Excel «Анализ данных» – «Корреляция», для составления прогнозирующего уравнения и регрессионного анализа – «Регрессия» (рис. 4).

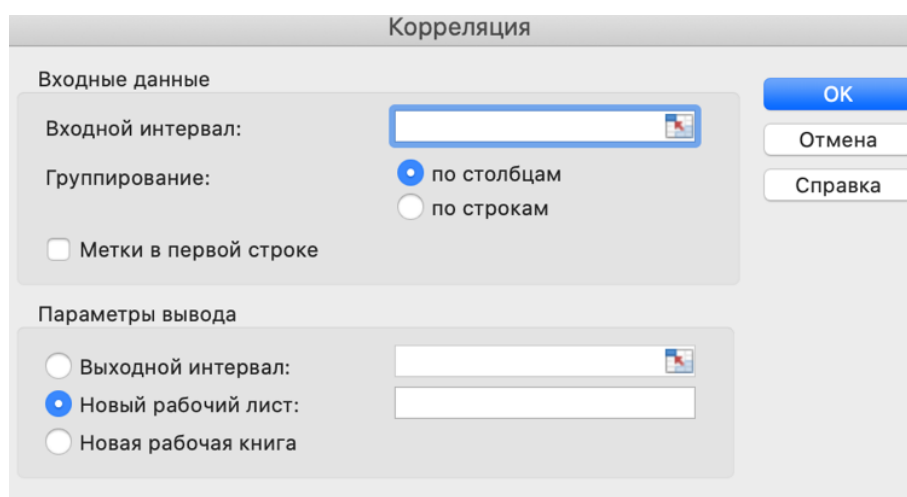


Рис. 4. Диалоговое окно «Анализ данных» – «Корреляция»

Корреляционный анализ позволяет определить, насколько тесно связаны физиологические показатели (например, максимальное потребление кислорода

(МПК), анаэробный порог, сила мышц, гибкость) с спортивными результатами (например, время прохождения дистанции, высота прыжка, результат в силовых упражнениях) и идентифицировать ключевые физиологические факторы, определяющие успешность в конкретном виде спорта [9].

Корреляционное исследование дает оценку влияния различных аспектов тренировочного процесса (объем, интенсивность, частота тренировок) на физиологические показатели спортсменов и возможность оптимизировать тренировочные программы, избегая перетренированности [24].

Связь переменных можно использовать для оценки эффективности различных методов восстановления (например, массаж, сауна, криотерапия) на уровень утомляемости, восстановление сердечного ритма и другие показатели, тем самым выбирать наиболее эффективные способы восстановления для конкретных спортсменов [12].

Статистический анализ связей помогает выявить факторы риска спортивных травм. Например, можно изучить корреляцию между силой мышц, гибкостью, техникой выполнения упражнений, частотой получения травм и разработать программы профилактики травм [19].

Метод корреляционного анализа полезно применять для оценки влияния питательных веществ (белки, жиры, углеводы) на физиологические показатели и спортивные результаты, что способствует разрабатывать рационы питания, оптимальные для достижения высоких спортивных результатов [18].

Важно помнить, что корреляционный анализ не устанавливает причинно-следственные связи. Наличие корреляции между двумя переменными не означает, что одна из них является причиной изменения другой. Корреляция может быть случайной или обусловлена влиянием третьей, не учтенной в анализе переменной. Поэтому результаты корреляционного анализа необходимо интерпретировать с осторожностью и сопоставлять с другими исследованиями и клиническими данными [17].

Исследование научно-методической литературы подтвердило, что корреляционное моделирование является ценным инструментом в спортивной медицине,

позволяющим выявить важные связи между различными факторами, влияющими на спортивные результаты и здоровье спортсменов. Однако результаты анализа корреляций необходимо интерпретировать с учетом его ограничений и в сочетании с другими методами исследования и разрабатывать более эффективные тренировочные программы, стратегии восстановления и методы профилактики травм, способствуя повышению спортивных результатов и сохранению здоровья спортсменов.

Список литературы

1. Алексеева О.П. Технологические инновации в области адаптивной физической культуры / О.П. Алексеева // Современное педагогическое образование. – 2022. – №2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3GJwQL> (дата обращения: 13.11.2024). – EDN NLTQXR
2. Афанасьев В.В. Математическая статистика в спорте / В.В. Афанасьев, И.Н. Непряев // Ярославский педагогический вестник. – 2005. – №2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-statistika-v-sporte> (дата обращения: 13.11.2024). – EDN ISVKCP
3. Бондарева Е.В. Статистическая обработка малых выборок в адаптивной физической культуре с использованием критерия Манна-Уитни / Е.В. Бондарева, Н.В. Стеценко // Математическая физика и компьютерное моделирование. – 2017. – №4 (41) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3GJwXe> (дата обращения: 15.11.2024).
4. Бугаев В.В. Применение искусственного интеллекта в сфере медицины и здравоохранения / В.В. Бугаев // Цифровая трансформация в науке, образовании и спорте: сборник статей. – Краснодар, 2023. – С. 104–106. EDN ZTZKOP
5. Верхошанский Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса: Научное издание / Ю.В. Верхошанский. – М.: Спорт, 2019. – 184 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://book.ru/book/934161> (дата обращения: 13.11.2024).

6. Гаджиева Д.Э. Применение математических методов в медицине / Д.Э. Гаджиева, В.А. Жукова, Д.И. Наконечная // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – №3–1. – С. 53–55. EDN YVQNQV

7. Данчевская П.Г. Математическая статистика и ее роль в обработке данных / П.Г. Данчевская // Тезисы докладов I научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного федерального округа: материалы конференции. – Краснодар, 2023. – С. 219–220. EDN QYCBES

8. Изаак С.И. Развитие адаптивной физической культуры и спорта в современной ситуации общественного развития / С.И. Изаак, В.Н. Малиц, П.А. Рожков // Ученые записки университета Лесгафта. – 2017. – №9 (151) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3GJwvg> (дата обращения: 03.11.2024).

9. Ильин В.П. Корреляционный анализ количественных данных в медико-биологических исследованиях / В.П. Ильин // Acta Biomedica Scientifica. – 2013. – №4 (92) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3GK2Nm> (дата обращения: 15.11.2024).

10. Кисель М.В. Использование современных информационных технологий в легкой атлетике / М.В. Кисель // Тезисы докладов XLVIII научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного федерального округа. – Краснодар, 2021. – С. 125. – EDN LNOPSA

11. Костенко Е.Г. Математическая статистика в физической культуре и спорте: учебное пособие / Е.Г. Костенко. – Краснодар: Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, 2023. – 139 с. EDN TMWVWV

12. Костенко Е.Г. Математические методы исследования в спортивной медицине / Е.Г. Костенко // Спортивная медицина и реабилитация: традиции, опыт и инновации: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2023. – С. 16–19. – EDN PLOEFE

13. Костенко Е.Г. Математическое моделирование в физической реабилитации / Е.Г. Костенко // Развитие современного образования в контексте педагогической (образовательной) компетентиологии: Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участие. – Чебоксары, 2024. – С. 178–180. EDN ORHLID
14. Костенко Е.Г. Методы моделирования и прогнозирования в физической культуре и спорте / Е.Г. Костенко. – Краснодар: Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, 2021. – 108 с. EDN IHXHUD
15. Костенко Е.Г. Обработка эмпирических данных: Электронное учебное издание / Е.Г. Костенко. – Краснодар: Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, 2023. – 59 с.
16. Костенко Е.Г. Спортивная аналитика в современном мире спорта и физической культуры / Е.Г. Костенко // Социально-педагогические вопросы образования и воспитания: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Чебоксары, 2024. – С. 179–180. EDN FXMYOG
17. Костенко Е.Г. Цифровая экосистема в сфере здравоохранения / Е.Г. Костенко // Приоритетные научные направления 2024: Сборник материалов XLVII-ой международной очно-заочной научно-практической конференции. – М., 2024. – С. 137–139. EDN KPYQQP
18. Магомедов А.М. Использование статистических методов в медицинских исследованиях / А.М. Магомедов, И.В. Щербакова // БМИК. – 2014. – №11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3GK2Vh> (дата обращения: 15.01.2025). – EDN TGGLDJ
19. Осолихина В.В. Применение математических методов в медицине / В.В. Осолихина // Вопросы науки и образования: новые подходы и актуальные исследования: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2023. – С. 39–40. – EDN GEQSMM

20. Свеидан А. Применение математических методов исследования в адаптивной физической культуре / А. Свеидан // Социально-педагогические вопросы образования и воспитания: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Чебоксары, 2024. – С. 194–195. EDN KZBWTZ

21. Торсунов Л.А. Моделирование и планирование тренировочного и соревновательного процесса / Л.А. Торсунов // Тезисы докладов L научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного федерального округа: материалы конференции. – Краснодар, 2023. – С. 265–266. EDN VUNNLG

22. Хвостова С.П. Статистические методы обработки данных в процессе физической реабилитации / С.П. Хвостова // Тезисы докладов LI научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного федерального округа. – Краснодар, 2024. – С. 298–300. EDN CEKQGA

23. Чегерова Т.И. Методы математического прогнозирования для управления тренировочным процессом квалифицированных спортсменов / Т.И. Чегерова, Е.В. Нехай, Н.Г. Кручинский // Прикладная спортивная наука. – 2022. – №1 (15) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3GK2bp> (дата обращения: 11.11.2024).

24. Черняева Т.Н., Никифорова А.А., Маслова С.С., Мазур Л.Д. Математика в медицине // Столыпинский вестник. – 2022. – №10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematika-v-meditsine> (дата обращения: 15.11.2024). – EDN NJVFGT

Костенко Елена Геннадьевна – канд. пед. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар, Россия.
