

УДК 796.526

Оценка категории спортивной трассы в скалолазании

Котченко Юрий Васильевич, кандидат технических наук, доцент

Севастопольский государственный университет

Аннотация. В статье представлена методика оценки категории спортивной скалолазной трассы в дисциплине лазания на трудность. Методика построена на принципах лазания он-сайт и предназначена для оценки категории спортивной трассы на крупных всероссийских или международных соревнованиях. Оценка производится по формуле, учитывающей пять компонентов и позволяет получить количественное значение без учета субъективных мнений спортсменов. В качестве исходных единиц измерения используется трансформированная французская система оценки.

Ключевые слова: скалолазание, соревнования, оценка категории, трудность.

Assessment of the sports climbing route category

Kotchenko Yuriy Vasilevich, candidate of technical sciences, associate professor

Sevastopol State University

Abstract. The article presents a methodology for assessing the category of a sport climbing route in the discipline of difficulty climbing. The methodology is based on on-site climbing principles and is intended for evaluating the category of sport routes at major Russian or international competitions. The assessment is done using a formula that takes into account five components and allows for a quantitative value without considering athletes' subjective opinions. The transformed French rating system is used as the initial unit of measurement.

Keywords: climbing, competition, category evaluation, difficulty.

ВВЕДЕНИЕ. Существующие в настоящее время системы оценки категории трудности скалолазной трассы позволяют получить только примерное значение категории, основанное на субъективном мнении скалолазов. Оценка выставляется по определенной шкале, принятой в данном регионе мира [1]. Экспертами созданы сводные таблицы, позволяющие сравнивать оценки, полученные в различных шкалах, или переводить оценку в универсальную шкалу IRCRA [2]. В последние годы исследователи активно разрабатывают методики оценки, позволяющие определять категорию трудности с использованием различных компьютерных технологий, без учета мнений спортсменов [3, 4]. При этом алгоритм оценки оказывается весьма сложным и проблематичным с практической точки зрения [5, 6].

Ещё более сложной является ситуация с соревновательными трассами, категория трудности которых официально не оценивается, что ограничивает точность научных исследований, связанных с соревновательной практикой, и лишает спортивное скалолазание возможности регистрации рекордов и лучших прохождений.

Цель исследования: разработка методики оценки категории трудности соревновательной трассы в дисциплине на трудность.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В исследовании использовались показатели спортсменов и характеристики спортивных трасс, полученные в результате видеоанализа соревновательной деятельности скалолазов на этапах Кубка мира и чемпионатах мира. С помощью математических пакетов и нейронных сетей анализировались параметры трасс и пространственно-временные характеристики лазания при прохождении спортивных трасс в период с 2010 по 2022 год. Всего было проанализировано 267 трасс и 3040 выступлений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В результате исследований была получена формула оценки, включающая пять компонентов. Каждый из них рассчитывается по собственному алгоритму.

1. Базовая ставка категории (U_f). Величина ставки рассчитывается исходя из уровня он-сайт лазания сильнейших скалолазов по состоянию на 1991 год (первый чемпионат мира). Базовая ставка учитывает рост спортивного мастерства скалолазов и рассчитывается по формулам:

$$\text{для мужчин:} \quad U_f = 8,08 + k_t \quad (1)$$

$$\text{для женщин:} \quad U_f = 7,76 + k_t \quad (2)$$

где U_f – значение базовой ставки; 8,08 (7,76) – постоянная величина, исходный показатель ставки; k_t – коэффициент роста мастерства (временная поправка).

2. Коэффициент роста спортивного мастерства (k_t) – ежегодная временная поправка, рассчитываемая по логарифмической кривой роста уровня он-сайт лазания у мужчин и женщин, начиная с 1982 года. Рост уровня мастерства у мужчин представлен на рисунке 1.

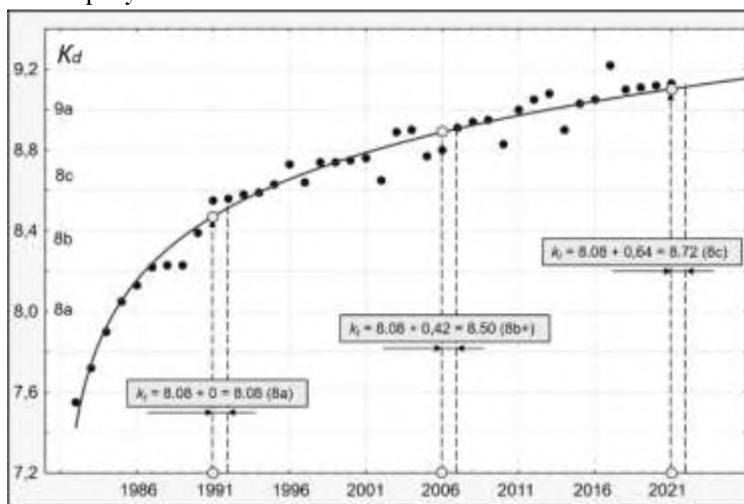


Рисунок 1 – Динамика роста спортивного мастерства мужчин по состоянию на 2022 год

Включение в методику коэффициента роста мастерства позволяет получить сравнительную оценку категорий трудности соревновательных трасс, пройденных в различные годы. В отличие от базовой ставки, k_t не является стабильной величиной и требует перерасчёта по итогам каждого соревновательного сезона. Например, в 2023 г., по отношению к 2022 г., у мужчин прогнозируемая величина k_t практически совпала с расчётной ($\Delta = -0,002$), а у женщин наблюдался прирост ($\Delta = 0,065$ единиц).

3. Исходный индекс трудности трассы (I_u) определяется по итогам выступления первой шестёрки лидеров, вне зависимости от этапа соревнований. Индекс позволяет получить исходную оценку трудности трассы, определяемую величиной отрыва лидера от пяти ближайших соперников. Индекс включает в себя рейтинг соревновательной трассы и рассчитывается по формуле:

$$I_u = \frac{Y_{top} \sqrt{R_k}}{0,2 \sum_{i=2}^6 Y_i} \quad (3)$$

где I_u – исходный индекс трудности; Y_{top} – максимальный балл (результат лидера); Y_i – баллы за 2-6 места (средняя сумма баллов пяти участников, до 6 места включительно); R_k – рейтинговый коэффициент.

4. Рейтинговый коэффициент трассы (R_k) позволяет учесть уровень мастерства спортсменов, стартующих на данной трассе, и таким образом связать категорию трудности с квалификацией скалолазов, принявших участие в соревнованиях.

$$R_k = \sum R_x / \sum R_y \quad (4)$$

где R_x – сумма рейтинговых баллов шести самых рейтинговых спортсменов, стартовавших на данной трассе по текущему рейтингу Федерации скалолазания России (ФСР – для всероссийских соревнований) или Международной федерации скалолазания (IFSC – для международных соревнований); R_y – сумма рейтинговых баллов шести сильнейших скалолазов ФСР или IFSC по текущему рейтингу.

5. Понижающий коэффициент (k_c) предназначен для корректировки категории и вступает в действие, когда трассу проходят сразу несколько спортсменов:

$$k_c = 1 - (N_{top} - 1)/294 \quad (5)$$

где k_c – понижающий коэффициент; N_{top} – число спортсменов, долезших до финиша или показавших одинаковый лучший результат.

Конечная оценка категории рассчитывается по формуле:

$$K_d = U_f k_c \sqrt[9]{I_u} \quad (6)$$

где K_d – категория трассы; I_u – исходный индекс трудности; k_c – корректирующий коэффициент; U_f – базовая ставка категории.

Разработанная методика является изолированной, не связанной с другими системами, и может быть использована как абсолютно самостоятельная система оценки. Кроме того, с её помощью можно любую существующую шкалу перевести из качественной в количественную. Поскольку в спортивном скалолазании широко распространена французская модель, которая также используется в России, единицы измерения были определены на основе трансформированной французской модели (табл. 1).

Таблица 1 – Трансформация французской системы

Категория	Оценка	Категория	Оценка	Категория	Оценка
6a	6,00 – 6,16	7b	7,34 – 7,49	8c	8,67 – 8,83
6a+	6,17 – 6,33	7b+	7,50 – 7,66	8c+	8,84 – 8,99
6b	6,34 – 6,49	7c	7,67 – 7,83	9a	9,00 – 9,16
6b+	6,50 – 6,66	7c+	7,84 – 7,99	9a+	9,17 – 9,33
6c	6,67 – 6,83	8a	8,00 – 8,16	9b	9,34 – 9,49
6c+	6,84 – 6,99	8a+	8,17 – 8,33	9b+	9,50 – 9,66
7a	7,00 – 7,16	8b	8,34 – 8,49	9c	9,67 – 9,83
7a+	7,17 – 7,33	8b+	8,50 – 8,66	9c+	9,84 – 9,99

Методика позволяет, последовательно рассчитав нужные коэффициенты, получить точное значение категории спортивной трассы, пройденной в стиле он-сайт. Причём сделать это можно непосредственно в ходе соревнований.

Первый этап разработки был завершён в 2016 году, и затем результаты тестировались на международных соревнованиях в сезонах 2017–2023 гг. Верификация работоспособности методики проводилась в двух направлениях: проверка на подчинение расчетных единиц измерения закономерностям сложного лазания и изучение реакции нейронной сети на введение в анализ категориальной переменной K_d .

На первом этапе были рассчитаны категории женских полуфинальных и финальных трасс этапов Кубка мира и чемпионатов мира за период 8 лет ($n = 129$) и проанализированы выступления спортсменок на этих трассах ($n = 1450$). При проверке исходили из априорных знаний соревновательной практики:

Гипотеза 1. Чем сложнее трасса (категория трудности выше), тем меньше движений в стиле он-сайт на ней можно сделать. Гипотеза 2. Чем сложнее трасса, тем меньше времени на ней может работать спортсменка.

Анализ большого объёма данных (рис. 2, 3) показал, что с ростом категории трудности (в расчётных единицах) число результативных движений, а также время активных действий на трассе снижаются ($p < 0,01$), подтверждая, таким образом, выдвинутые гипотезы.

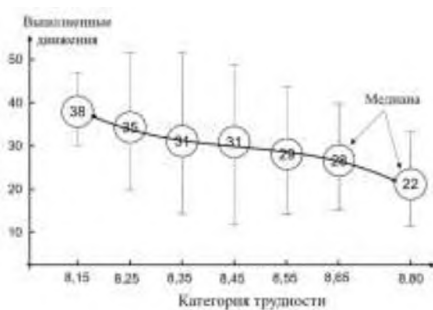


Рисунок 2 – Снижение числа результативных движений с ростом категории трудности

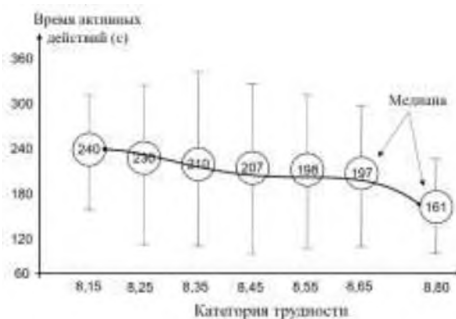


Рисунок 3 – Снижение времени активных действий с ростом категории трудности

На втором этапе с помощью нейросетей ($n = 420$) через пространственно-временные показатели лазания моделировался результат спортсмена на соревнованиях, а затем он сравнивался с фактическим. Величина ошибки модели на этом этапе составила $m = 6,5\%$. Далее в анализ ввели переменную категории трудности. Сети ($n = 230$) показали очень высокую чувствительность к этой переменной ($>>1$), а после её введения в анализ ошибка лучших сетей ($n = 10$) снизилась в 1,3 раза до 4,9%.

К недостаткам методики можно отнести тот факт, что она не позволяет получить оценку категории до начала соревнований.

Преимущества методики: оценка базируется на реальных показателях спортсменов и методах расчёта, использующих только объективные данные; принципы работы методики основаны на закономерностях он-сайта; она позволяет получить оценку категории с точностью до любого знака; проста в использовании и

не требует дополнительного оборудования; способствует точности в научных исследованиях.

Несмотря на то что разработка проводилась целенаправленно для крупных всероссийских и международных турниров, существуют теоретические предпосылки её использования и на менее важных соревнованиях. Это возможно, но требует корректировки базовой ставки и включения в формулу дополнительных компонентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В результате исследований была разработана методика оценки категории спортивной скалолазной трассы в дисциплине лазания на трудность. Оценка производится на основании принципов лазания он-сайт и официальных результатов спортсменов на соревнованиях. Методика проста в использовании, соответствует закономерностям лазания на трудность, способствует повышению точности научных исследований и позволяет получить объективную количественную оценку категории спортивной трассы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Draper Nick [et al.]. Comparative grading scales, statistical analyses, climber descriptors and ability grouping: International Rock Climbing Research Association position statement // *Sports Technology*. 2015. Vol. 8, No 3–4. P. 88–94.
2. Mandelli G. Scales of difficulty in climbing / Mandelli G., Angriman A. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:53358088> (дата обращения: 14.11.2023).
3. Automated recognition and difficulty assessment of boulder routes / A. Ebert, K. Schmid, C. Marouane, C. Linnhoff-Popien // *International Conference on IoT Technologies for HealthCare*. Springer, 2017. P. 62–68.
4. Kempen L. A fair grade: assessing difficulty of climbing routes through machine learning, *Formal Methods and Tools*. University of Twente, 2019. 11 p.
5. Draper Nick P. Climbing grades – systems and subjectivity // *The Science of Climbing and Mountaineering* / Ed. by Ludovic Seifert, Peter Wolf, and Andreas Schweizer. Routledge, Chap. 2016. 14. P. 17.
6. Scarff D. Estimation of Climbing Route Difficulty using Whole-History Rating. arXiv e-prints, arXiv-2001. 2020. URL: <https://deepai.org/publication/estimation-of-climbing-route-difficulty-using-whole-history-rating> (дата обращения: 12.01.2024).

REFERENCES

1. Draper Nick [et al.] (2015), “Comparative grading scales, statistical analyses, climber descriptors and ability grouping: International Rock Climbing Research Association position statement”, *Sports Technology*, Vol. 8, 3–4, pp. 88–94.
2. Mandelli G., Angriman A. (2016), “Scales of difficulty in climbing”, URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:53358088>.
3. Ebert A., Schmid K., Marouane C., LinnhoffPopien C. (2017), “Automated recognition and difficulty assessment of boulder routes”, *International Conference on IoT Technologies for HealthCare*, Springer, pp. 62–68.
4. Kempen L. (2019), “A fair grade: assessing difficulty of climbing routes through machine learning”, *Formal Methods and Tools*, University of Twente, 11 p.
5. Nick P. Draper (2016), “Climbing grades – systems and subjectivity”, *The Science of Climbing and Mountaineering*, Ed. by Ludovic Seifert, Peter Wolf, Andreas Schweizer, Routledge, Chap. 14, p. 17.
6. Scarff D. (2020), “Estimation of Climbing Route Difficulty using Whole-History Rating. arXiv e-prints, arXiv-2001”, URL: <https://deepai.org/publication/estimation-of-climbing-route-difficulty-using-whole-history-rating>.

Информация об авторе:

Котченко Ю.В., доцент кафедры Физического воспитания и спорта, skala7b@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9083-5949>.

Поступила в редакцию 18.05.2024.

Принята к публикации 14.06.2024.