

Раздел 3

## **ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, СПОРТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ТУРИЗМ**

---

УДК 796.526

DOI [https://doi.org/10.14258/zosh\(2020\)4/09](https://doi.org/10.14258/zosh(2020)4/09)

### **КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОШИБОЧНЫХ ДЕЙСТВИЙ СКАЛОЛАЗА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ТРАССЫ**

**Котченко Юрий Васильевич**

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физического воспитания и спорта Гуманитарно-педагогического института, Севастопольский государственный университет (Севастополь, Россия). E-mail: [skala7b@rambler.ru](mailto:skala7b@rambler.ru). ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9083-5949>.

### **QUALIMETRIC ANALYSIS OF MISTAKEN ACTIONS OF THE CLIMBER DURING THE PASSING OF THE COMPETITIVE ROUTE**

**Kotchenko Juri Vasilievich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Physical Education and Sport of the Humanitarian and Pedagogical Institute, Federal State Sevastopol University (Sevastopol, Russia). E-mail: [skala7b@rambler.ru](mailto:skala7b@rambler.ru). ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9083-5949>.

**Следует цитировать / Citation:**

*Котченко Ю. В.* Квалиметрический анализ ошибочных действий скалолаза при прохождении соревновательной трассы // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. — 2020. — № 4 (20). — С. 62–71. URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>. DOI [https://doi.org/10.14258/zosh\(2020\)4.09](https://doi.org/10.14258/zosh(2020)4.09).

*Kotchenko Ju. V.* (2020). Qualimetric analysis of mistaken actions of the climber during the passing of the competitive route. *Health, Physical Culture and Sports*, 4 (20), pp. 62–71 (in Russian). URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>. DOI [https://doi.org/10.14258/zosh\(2020\)4.09](https://doi.org/10.14258/zosh(2020)4.09).

Поступило в редакцию / Submitted 26.08.2020

Принято к публикации / Accepted 01.10.2020

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, посвящённых анализу ошибочных действий скалолаза в момент прохождения соревновательной трассы. На протяжении трех соревновательных сезонов 2016–2018 гг. изучались выступления женщин на крупных ме-

ждународных турнирах в дисциплине лазания на трудность ( $n = 631$ ). Исследования позволили установить основные ошибки, допускаемые в процессе лазания, произвести их классификацию, определить признаки контролируемых и неконтролируемых ошибок. Установлено, что контролируемые ошибки не имеют заметного прямого воздействия на результат, но оказывают негативное влияние на основные пространственно-временные характеристики лазания.

Расчет веса контролируемой ошибки производился исходя из времени, затраченного на ошибочные действия, и времени ликвидации их последствий, с учётом темпа лазания спортсменки. Корреляционный анализ показал, что это время слабо коррелирует с результатом, поскольку уровень выносливости спортсменок высокого класса позволяет им без особых проблем выходить из таких ситуаций, но только при условии, если ошибка незначительна. Если же сумма величин ошибочных действий растёт по мере прохождения трассы, это неминуемо оказывало влияние на результат, а индекс корреляции резко возрастал до величины  $R = 0,81$ .

Разработана принципиально новая методика количественной оценки технико-тактической ошибки, базирующаяся на использовании фактора времени ошибочных действий. Расчёты, произведённые с использованием новой методики, показывают, что средний показатель ошибки у чемпионки составляет 0,28 балла, у призёров 0,40, а у спортсменок, занимающих место ниже 20-го, 1,6 балла. В ходе анализа собранных данных установлена степень связи с результатом выступления, а также определен характер зависимости этой связи. Построена регрессионная модель, позволяющая рассчитать стандартную величину ошибки в зависимости от протяжённости пройденного участка трассы и определить её местоположение в общей структуре соревновательного процесса. Знание величины ошибки даёт возможность провести полный анализ спортивного выступления, рассчитать потерянную в результате ошибки часть соревновательного потенциала и скорректировать тренировочный процесс в целях минимизации ошибочных действий.

**Ключевые слова:** спортивное скалолазание, соревнования, ошибка, анализ эффективности, сложное лазание.

**Abstract.** The article presents the results of studies devoted to the analysis of erroneous actions of the climber at the time of passing the competitive route. During the three competitive seasons of 2016–2018 the performances of women at major international tournaments in the discipline of difficulty climbing were studied ( $n = 631$ ). Studies have revealed the main errors made during the climbing, to classify them, to determine the signs of controlled and uncontrolled errors. It was established that the controlled errors do not have a noticeable direct impact on the result, but have a negative impact on the main spatial and temporal characteristics of climbing.

A fundamentally new method of quantitative assessment of technical and tactical errors has been developed, based on the use of the time factor of erroneous actions. Calculations made using the new method that the average error rate for champions is 0.28 points, for prize-winners is 0.40, and for athletes taking a place below the 20th is 1.6 points. During the analysis of the collected data, the of connection with the result of the performance  $R = 0.81$  was established and the nature of the dependence of this relationship was determined.

The regression model is constructed, which allows to calculate the standard error value depending on the length of the passed section and determine its location in the overall of the competitive process. The knowledge of the error value makes it possible to conduct a complete analysis of the sports performance, the lost part of the competitive as a result of the error and adjust the training process in order to minimize erroneous actions.

**Keyword.** Sport climbing, competitions, error, performance analysis, complex climbing.

**П**остановка проблемы. Ошибки, допускаемые спортсменами во время соревнований, в любом виде спорта присутствовали всегда. Безошибочные выступления встречаются крайне редко, при этом следует заметить, что даже в таких выступлениях, скорее всего, присутствуют неявные погрешности, видимые только специалистами в данной спортивной дисциплине.

В теории спорта этот аспект соревновательной деятельности (СД), оказывающий весомое влияние на итоговый результат, изучается уже много десятилетий (Гершкович и др., 2013; Reason, 2000). В некоторых видах спорта разработаны методики, помогающие снизить риск возникновения ошибки, но полностью оградить спортсмена от неверных действий спортивная наука на современном этапе развития не в состоянии. Анализ причин возникновения ошибок, их характера, классификации и квалитметрии является мощным инструментом, способным реально повысить эффективность СД. Такой подход специалисты связывают с разработкой полной, предельно экономной классификации ошибочных действий спортсменов и разработкой математических моделей для каждого вида ошибки.

В пятиборье дифференцирующими признаками ошибок, возникающими во время выступления, специалисты считают: отклонение в качестве выполнения действия, приводящее к невыполнению задачи, и отклонение, не связанное непосредственно с нарушением работоспособности спортсмена (Селецкий, Мельник, 2013). Группой исследователей (Елисеев и др., 2012) создана методика выявления и анализа ошибок в айкидо, разработан комплекс тренировочных заданий по их предотвращению.

Некоторые работы данной тематики посвящены психологическим факторам возникновения ошибок. Так, А. Ю. Гириная (2017) в своей работе устанавливает, что наиболее типичными видами когнитивных ошибок у спортсменов различных видов спорта можно считать: повторяющиеся (устойчивые) ошибки, связанные с моторной функцией; ошибки, связанные с неоправданным риском, и нерациональную трату ресурсов на повторение неверных действий. Эти ошибки (а также ряд

других) характерны для спортсменов любого вида спорта, иногда даже любого возраста (Волков и др., 2013).

В спортивном скалолазании, как и во многих других видах спорта, подробного анализа ошибочных действий скалолаза на соревновательной трассе не проводилось. На тематических сайтах можно найти публикации (или видеоролики), представляющие описание общих ошибок, свойственных начинающим скалолазам: вынос локтя, неработающие ноги и колени, несоосность движений, неправильная постановка ног и т. д. (Чугреев, 2015).

Другие авторы к причинам, вызывающим ошибки у опытных скалолазов, относят самоуверенность, нежелание учиться, прислушиваться к собственному организму, питание, вредные привычки (4sport.ua, 2017).

В данной статье рассматриваются результаты исследований, посвящённых анализу ошибочных действий скалолаза в момент прохождения соревновательной трассы в дисциплине лазания на трудность. В статье приводятся результаты первого этапа исследований, в ходе которого предполагалось выявить и классифицировать ошибки, а также разработать методику получения количественной оценки как одиночной, так и общей ошибки спортивного выступления.

Исследования проводились в рамках общей теории соревновательного процесса (СП) в скалолазании. Теория рассматривает пространственно-временные характеристики лазания и отдельные компоненты СП, связанные с состоянием активности скалолаза на трассе и оказывающие влияние на итоговый результат выступления (Orth, 2016; Ozimek, 2016; Watts, 2016). В качестве первоначальной была выдвинута гипотеза, предполагающая, что одним из детерминирующих компонентов структуры СП является технико-тактическая ошибка (*e*).

*Цель работы* — классифицировать соревновательные ошибки, разработать методику получения их количественной оценки и установить закономерности связи ошибочных действий спортсменки с итоговым результатом прохождения соревновательной трассы.

*Методы исследований.* Исходные данные для анализа были собраны на крупных между-

народных соревнованиях (этапы кубка мира и чемпионаты мира) на протяжении трех соревновательных сезонов 2016–2018 гг. Изучались выступления женщин на полуфинальных и финальных трассах. Такой подход позволил исключить из анализа неверные действия спортсменок, вызванные слабой подготовкой или недостаточным соревновательным опытом.

Видеофайлы выступлений ( $n = 631$ ) обрабатывались в программе Kinovea 0.8.24, полученные данные анализировались в математическом пакете Statistika 10. Методы анализа: графический, корреляционный, регрессия, нейронная сеть.

*Результаты исследования.* Методика расчёта величины ошибки включает ряд составляющих, каждая из которых учитывает определенные условия и ограничительные моменты. В статье приводятся только основные положения методики.

В качестве единицы измерения величины (веса) ошибки выбрано время (сек), затраченное на выполнение ошибочного действия, включающее также и время ликвидации последствий допущенной ошибки. Ошибка (если она имела место) рассчитывается на каждом результативном движении.

Выполнение результативного движения на соревновательной трассе требует определенного времени. В зависимости от сложности такого движения величина времени колеблется в пределах от одной до 10–15 секунд. Среднее время одного движения определяется общим темпом лазания и относится к числу индивидуальных показателей спортсменки (темп движений у всех разный). В соответствии с разработанной методикой предполагаем: если на конкретном движении замечены неверные действия, а их время превышает критическую величину ( $w_{in} + 2\sigma_w$ ), то фиксируется ошибка.

Добавление величины  $2\sigma_w$  (понижающая надбавка) к индивидуальному показателю темпа позволяет не учитывать мелкие погрешности в движениях и даёт возможность расширить временной интервал выполнения очень сложных движений. Таким образом, величина ошибки, допущенной на одном движении, рассчитывается по формуле

$$x_d = t_d - (w_{in} + 2\sigma_w), \quad (1)$$

где  $x_d$  — вес ошибки;  $t_d$  — время, затраченное на выполнение результативного движения без учета времени, использованного в целях отдыха и вщёлкивания;  $w_{in}$  — темп движения спортсменки;  $\sigma_w$  — ст. отклонение темпового ряда (для женщин  $\sigma_w = 1,13$ ).

Общая величина технико-тактической ошибки определяется не в абсолютном, а в относительном выражении (по отношению к пройденному спортсменкой участку трассы) и определяется по формуле

$$e_t = \frac{\sum_{i=1}^n x_{di}}{d}, \quad (2)$$

где  $e_t$  — общая технико-тактическая ошибка;  $x_i$  — сумма ошибок, допущенных на одиночных движениях;  $d$  — сумма результативных движений спортсменки.

Однако формула (2) не полностью решает вопрос квалиметрии ошибки. В соревновательной практике иногда встречаются редкие ситуации, требующие особого подхода:

- 1) превышение времени ( $t_d$ ) на конкретном движении присутствует у всех спортсменок;
- 2) лидер работает на никем не пройденном участке трассы, а величину допущенной им ошибки сравнить не с чем;
- 3) спортсменка пропускает очередное движение.

В таких случаях применяются дополнительные условия, когда для каждой проблемной ситуации был разработан свой алгоритм расчёта.

Ошибки, допускаемые скалолазами (как женщинами, так и мужчинами), можно разделить на две группы: контролируемые и неконтролируемые. В группу контролируемых входят ошибки, не ведущие к срыву: спортсмен допускает ошибку, но исправляет ее и продолжает лазание.

К контролируемым ошибкам относятся:

1. *Длительный поиск нужной для выполнения очередного движения позиции.* Это наиболее часто встречающаяся ошибка. При расчёте стоимости такой ошибки учитывается все

время с момента прихода на зацепку и до фиксации следующей зацепки. Сначала определяется время затянувшегося поиска, из которого вычитается величина ( $w_{in} + 2\sigma_w$ ), и, если полученный результат больше нуля, фиксируется ошибка. При этом время отдыха и время выщёлкиваний не учитываются.

2. *Соскальзывание ноги (руки), но при этом спортсменка удержалась.* Учитывается время, затраченное на возвращение в исходную позицию.

3. *Неверная последовательность движений.* Расчёт производится также, как и при длительном поиске позиции.

4. *Спортсменка пропустила оттяжку и возвращалась для вщёлкивания.* Рассчитывается как в первом варианте.

5. *Лишние движения, не ведущие к выполнению очередного перехвата.* Фиксируется время

с момента ухода из нужной позиции до возвращения в положение, из которого спортсменка выполняет очередной перехват.

6. *Действия по ликвидации неправильного положения верёвки.* Учитывается время, затраченное на ликвидацию ошибки.

7. *Ошибка на вщёлкивании (для завершённого вщёлкивания):* время, затраченное на выполнение вщёлкивания от момента, когда спортсменка взяла верёвку в руку, до момента вщёлкивания верёвки в карабин.

8. *Спортсменка начала процесс вщёлкивания, но передумала и продолжила лазание (для незавершённого вщёлкивания):* время от момента взятия верёвки в руку до момента прекращения работы с верёвкой и продолжения лазания.

Формулы веса каждой контролируемой ошибки представлены в таблице.

#### Формулы расчёта контролируемых ошибок

	Действия, определяемые как ошибочные	Вес ошибки
1	Длительный поиск нужной для выполнения очередного движения позиции	$x_d = t_d - (w_{in} + 2\sigma_w)$
2	Соскальзывание ноги (руки), но при этом спортсменка удержалась	$x_d = t_d$
3	Неверная последовательность движений	$x_d = t_d - (w_{in} + 2\sigma_w)$
4	Спортсменка пропустила оттяжку и возвращалась для вщёлкивания	$x_d = t_d - (w_{in} + 2\sigma_w)$
5	Лишние движения, не ведущие к выполнению очередного перехвата	$x_d = t_d$
6	Действия по ликвидации неправильного положения верёвки	$x_d = t_d$
7	Ошибка на вщёлкивании (завершённое вщёлкивание; $t_s$ — время, затраченное на вщёлкивание)	$x_s = t_s - 4,2$
8	Спортсменка начала процесс вщёлкивания, но передумала и продолжила лазание (незавершённое вщёлкивание)	$x_d = t_d$

Таким образом, вес контролируемой ошибки определяется исходя из времени, затраченного на ошибочные действия ( $e_a$ ), и времени ликвидации их последствий, с учётом темпа лазания спортсменки. Как ни парадоксально, это время ( $e_a$ ) практически не коррелирует с результатом ( $r = -0,08$ ). Этот факт можно объяснить тем, что уровень выносливости спортсменок высокого класса позволяет им без особых проблем выходить из таких ситуаций, но только при условии, если ошибка незначительна. Если же величина ошибки начинает расти по мере прохождения трассы, то это неминуемо сказывается на результате.

В общей массе собранных данных величина суммарной контролируемой ошибки чаще всего находится в интервале от 0 до 30

сек, а основное скопление наблюдений попадает в ещё более узкий диапазон: до 15 секунд (рис. 1).

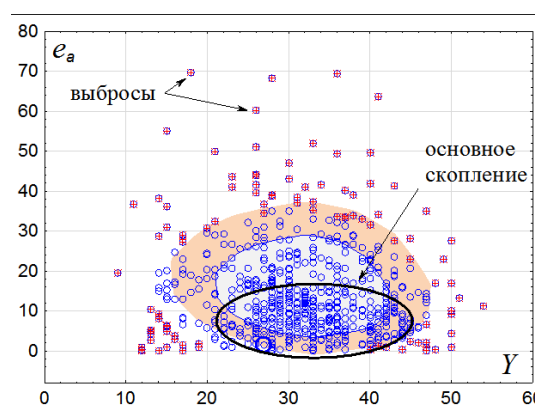


Рис. 1. Диаграмма концентрации контролируемых ошибок



**Дискуссия.** Как было отмечено, контролируемые ошибки не имеют заметного прямого воздействия на результат, но они оказывают негативное влияние на основные пространственно-временные характеристики лазания: происходит «ложный» рост времени активных действий, снижается полезное время работы на трассе, падает темп лазания. Поскольку эти три детерминирующих компонента во многом определяют результат, такие изменения способствуют деструкции ССП и, как следствие, снижению общей эффективности лазания. Кроме этого, дополнительное накопление усталости существенно увеличивает вероятность возникновения неконтролируемой ошибки.

К неконтролируемым относятся ошибки, ведущие к срыву. В абсолютном большинстве стартов скалолазы не достигают финиша соревновательной трассы, а выступление заканчивается срывом. Такой исход объясняется одной из четырёх (или комплексом) причин:

- спортсменка исчерпала свой технический и физический потенциал;
- были неверно выбраны или нарушены двигательные режимы лазания;
- были допущены контролируемые ошибки, вызвавшие сильное утомление;
- ошибка возникла при выполнении последнего движения.

Теория СП позволяет рассчитать потенциал спортсменки и определить нужные режимы двигательных действий (Котченко, 2018: 55). С помощью методики расчёта контролируемой ошибки можно также получить оценку ошибок, допущенных до срыва. Но для получения общей величины ошибки необходимо знать, присутствовала ли ошибка на завершающем движении.

Современные методы обработки данных позволяют с приемлемой точностью установить этот факт. Замедленное воспроизведение движения, ракурс камеры с различных позиций, компетентное мнение тренера (и самого спортсмена) дают возможность получить ответ на вопрос: движение выполнялось без надежды на фиксацию, или ошибка все же была, а реальный шанс взять последующую зацепку остался нереализованным?

Анализ завершающих движений позволил произвести классификацию таких ошибочных действий. В категорию неконтролируемых ошибок вошли:

1. Неожиданный срыв руки во время выполнения движения.
2. Соскальзывание опорной ноги.
3. Раскручивание и перемещение тела по неконтролируемой траектории после выполнения динамического движения.
4. Неточное и неудачно выполненное динамическое движение.
5. Осуществляется быстрый перехват, но спортсменка неточно попадает в рабочую часть зацепки.
6. Неверный порядок движений, в результате чего спортсменка приходит в ложную пространственную позицию, из которой не удаётся вернуться или выполнить следующий перехват.
7. При выполнении движения рука попадает в верёвку или оттяжку.

8. Пропуск оттяжки, закончившийся срывом после попытки исправления.

Оценка стоимости неконтролируемой ошибки учитывает порядковый номер движения, на котором она была допущена. Определяется по формуле

$$x_d = k_c (w_{in} + 2\sigma_w), \quad (3)$$

где  $x_d$  — вес ошибки;  $k_c$  — весовой коэффициент;  $w_{in}$  — темп движения спортсменки,  $\sigma_w$  — ст. отклонение темпового ряда.

Весовой коэффициент рассчитывается как отношение максимально выполненного движения на трассе ( $D_{top}$ ) к порядковому номеру движения, на котором произошёл срыв ( $d_{tr}$ ). Например, лидер сумел выполнить на трассе 40 результативных движений. Спортсменка, действия которой анализируются, допустила неконтролируемую ошибку при выполнении 30-го движения. Тогда  $k_c = 40/30 = 1,33$ . Таким образом, чем позже будет допущена ошибка срыва, тем меньшим будет ее вес.

Следует учитывать, что показатель  $D_{top}$  может отличаться от показателя лидера в судебском протоколе ( $Y_{top}$ ), поскольку методика строится на реальных движениях, выполненных спортсменками, которые часто не совпадают

ют с алгоритмом движений, заданным поставщиками трассы. Поэтому для более точного анализа необходимо произвести корректировку судейской схемы трассы после выступления всех участников или построить свою схему.

Рассмотрим пример. В финале чемпионата мира в Инсбруке бельгийская спортсменка Анак Верховен во время прохождения трассы допустила три контролируемых и одну неконтролируемую ошибку. На 9-м и 11-м движениях присутствовали лишние действия ( $x_{d1} = 1,4$ ;  $x_{d2} = 3$ ), на 25-м движении — затянувшийся поиск позиции ( $x_{d3} = 1,4$ ), при выполнении 32-го движения произошло соскальзывание ноги. Величина неконтролируемой ошибки составила  $x_{d4} = 45/32 \cdot (6,6 + 2 \cdot 1,13) = 12,5$ .

Общая ошибка выступления:

$$e_t = (x_{d1} + x_{d2} + x_{d3} + x_{d4})/30 = 0,61.$$

Много это или мало? Много. Анак Верховен показала на трассе шестой результат при гораздо более высоком потенциале, значительная часть которого и была потеряна вследствие допущенных ошибок. Для сравнения, показатели лидеров, полностью прошедших финальную трассу, составили: Джессика Пильц  $e_t = 0,28$ , Янья Гарнбрет  $e_t = 0,18$ .

Проведённые исследования позволили установить закономерности связи технико-тактической ошибки с результатом выступления, оценить степень связи и значимость. На рисунке 2 представлен график зависимости величины ошибки от достигнутого результата.

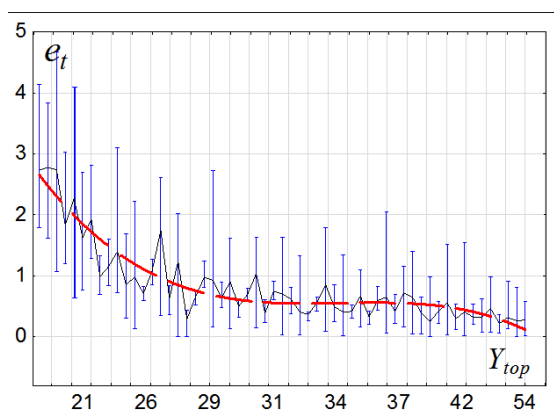


Рис. 2. Динамика колебаний величины ошибки в зависимости от достигнутого результата

Зависимость в паре « $e_t - Y$ » имеет нелинейный характер с ожидаемо прогнозируемыми

высокими значениями в зоне низких результатов. В этой зоне ( $15 \leq Y \leq 30$ ) ошибка может достигать 5 баллов и, соответственно, самым негативным образом отражается на эффективности лазания. Связь с результатом тесная ( $R = 0,81$ ) и высоко значимая ( $p \ll 0,01$ ).

Однако при значениях  $Y > 30$  показатели ошибок стабилизируются в интервале примерно от 0 до 1 балла, и дальнейшего явного снижения не наблюдается. Становится очевидным, что на трассе ошибаются и лидеры, и аутсайдеры, но показатели лидеров находятся ближе к нижней границе интервала. Так, средний показатель ошибки у чемпионки составляет 0,28 балла, у призёров 0,40, а у спортсменок, занимающих место ниже 20-го, 1,6 балла.

Стандартную величину технико-тактической ошибки в зависимости от планируемого (или достигнутого) результата можно рассчитать по формуле

$$e_t = 7,5 - 0,47Y + 0,01Y^2 - 8,05E-05Y^3, \quad (4)$$

где  $e_t$  — стандартная величина технико-тактической ошибки;  $Y$  — результат спортсменки на соревновательной трассе. Ошибка уравнения  $m = 0,45$ . Рабочий диапазон:  $15 \leq Y \leq 54$ . Все члены уравнения значимы на уровне  $p < 3,3E-05$ .

Полученное с помощью уравнения (4) значение ошибки можно рассматривать как допустимое и не оказывающее существенного влияния на итоговый результат. Но превышение этого значения будет вести к явным негативным последствиям. Нужно заметить, что это предварительное утверждение, требующее дополнительной проработки и анализа, но в его пользу говорит тот факт, что 74% спортсменок, показавших на трассе лучший результат, имеют показатель ошибки ниже стандартной, 11% показывают стандартную величину и только 15% допускают незначительное превышение.

Возможность получить точное значение технико-тактической ошибки позволяет изучить закономерности её связей с внутриструктурными компонентами СП и таким образом определить её местоположение в общей системе соревновательного процесса (ССП). Несмотря на значимость ошибки, анализ по-

казывает, что она не попадает в группу наиболее важных компонентов (чистое время, темп, скрытые движения), в первую очередь по причине низкого показателя вклада в результат и находится вне ядра ССП, за границей сферы сильного влияния (см. рис. 3).

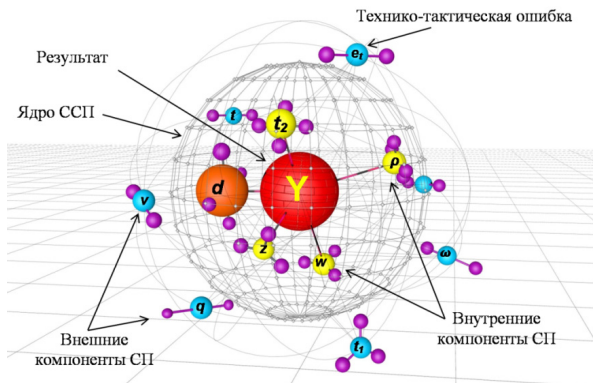


Рис. 3. Место технико-тактической ошибки в структуре соревновательного процесса

В целом, проведённые исследования только частично подтвердили первоначальную гипотезу: связь с результатом есть, она тесная, но в зависимости от ряда сопутствующих условий может иметь латентный характер. Если рассматривать исключительно диапазон высоких результатов, выясняется, что большинство спортсменов работает в зоне оптимума ошибки. Следовательно, ошибки допустимы, но в пределах стандартного значения для планируемого результата.

В диапазоне высоких результатов корреляция резко снижается (до  $r = -0,37$ ), и спортсменкам, претендующим на призовое место, в целях максимально эффективного прохождения трассы необходимо соблюсти принципиальное условие:  $e_t$  (фактическое)  $\leq e_t$  (стандартное).

Применение результатов проведённых исследований на практике возможно в двух направлениях:

1. *Снижение вероятности возникновения ошибки.* В первую очередь это относится к контролируемым ошибкам, о возникновении которых спортсменки могут просто не подозревать из-за полного отсутствия теоретических знаний в этой области. Знание классификации соревновательных ошибок и понимание механизма их возникновения, а также отработка навыков прохождения трассы с минималь-

но возможными контролируруемыми ошибками, может существенно снизить риск их возникновения в реальной соревновательной ситуации.

2. *Проведение полного анализа прохождения спортивной трассы.* В настоящее время разбор спортивного выступления строится на основе анализа двигательных режимов лазания ([vk.com/lead\\_climbing](https://vk.com/lead_climbing), 2020) с учётом визуальной фиксации допущенных ошибок. Такой анализ позволяет оценить эффективность выступления по основным компонентам ССП, но без учёта квалиметрии ошибочных действий. Предлагаемая методика расчёта технико-тактической ошибки даёт возможность произвести оценку всех компонентов лазания и рассчитать потерянную вследствие неверных действий часть соревновательного потенциала.

Однако такой анализ может оказаться весьма трудоёмким. Проблема заключается в отсутствии стандартизации спортивных скалолазных трасс, отличающихся и по протяжённости, и по категории трудности. Исследования показывают, что закономерности парной связи « $e_t - Y$ » обусловлены не только двигательными режимами лазания, но и меняются в зависимости от собственных характеристик спортивной трассы.

Выполненный с помощью нейронной сети (MLP 27–10–1) анализ показал, что изменение трудности трассы на одну категорию немедленно ведёт к трансформации внутрисктурных связей  $e_t$  и переоценке её степени влияния (рис. 4).

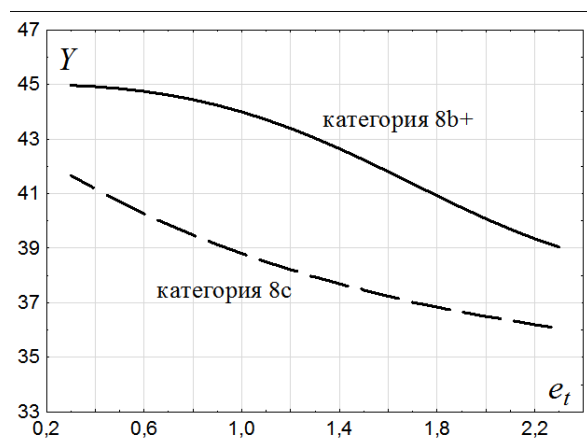


Рис. 4. Изменение закономерности связи ошибки с результатом в зависимости от категории трудности спортивной трассы



На рисунке 4 представлены закономерности связи « $e_t - Y$ », построенные на основании параметров выступления австрийской спортсменки Д. Пильц на чемпионате мира в Инсбруке. Спортсменка прошла финальную трассу полностью, достигнув результата  $Y = 45$  с ошибкой  $e_t = 0,3$ . Если зафиксировать ее пространственно-временные характеристики лазания на одном уровне и постепенно наращивать величину ошибки, нейросетевой анализ покажет, что при росте ошибки до  $e_t = 1$ , для категории трассы 8b+ результат снизится до значения  $Y = 44$  (потерян один балл). Если же мы повысим категорию до 8c, то при таких же показателях лазания (при  $e_t = 1$ ), потери составят уже примерно 2 балла (см. рис. 4). Следовательно, рассматриваемая связь, зависящая от конкретных параметров лазания и собственных характеристик трассы, весьма лабильна.

Этот пример показывает, насколько сложно обусловленными и вариабельными являются внутренние межкомпонентные звенья ССП, формирующие закономерности связей технико-тактической ошибки с итогом выступления. Тем не менее результаты исследований позволяют с достаточной точностью ( $m \sim 2\%$ ) провести развёрнутый анализ старта (учитывающий все основные пространственно-временные ха-

рактеристики лазания) и дать количественную оценку действиям спортсменки на соревновательной трассе международного уровня.

*Выводы.* Проведённые исследования позволили осветить ранее не изученные области в теории соревновательного скалолазания. Выполнена классификация контролируемых и неконтролируемых ошибок в дисциплине лазания на трудность, разработана методика оценки ошибочных действий скалолаза. Исследования показали только частичную валидность рабочей гипотезы: несмотря на значимое влияние технико-тактической ошибки на результат выступления, связь может носить латентный характер и не оказывать экстремально негативного воздействия на эффективность прохождения соревновательной трассы.

Построена регрессионная модель, определяющая стандартную величину ошибки, для трассы конкретной протяжённости и категории трудности. Ещё одним важным результатом исследований является решение вопроса о местоположении технико-тактической ошибки в структуре соревновательного процесса, что открывает перспективу разработки методики квантитативного анализа по оценке эффективности действий скалолаза на международных соревнованиях.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Волков Д. Н. и др. Коррекция когнитивных ошибок у спортсменов высокой квалификации // Спортивный психолог. 2013. № 1 (28). С. 32–39.

Гершкович В. А. и др. Возникновение повторяющихся ошибок в процессе сенсомоторного обучения и способы их коррекции // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2013. № 3 (16). С. 43–53.

Гириная А. Ю. Когнитивные ошибки с позиции тренера и спортсмена // Право. Экономика. Психология. 2017. № 3 (8). С. 72–78.

Главные ошибки начинающих и опытных скалолазов. 2017. URL: <https://4sport.ua/articles?id=28551> (дата обращения 18.06.2020).

Елисеев Е. В. и др. Методика выявления и устранения ошибочных действий в соревновательных поединках айкидоистов 13–15 лет стиля тенсинкай // Вестник ЮУрГУ. 2012. № 21. С. 123–126.

Котченко Ю. В. Сложное лазание: теория соревновательного процесса. Симферополь : Научный мир, 2018. 288 с.

Программа анализа прохождения соревновательной трассы. 2020. URL: [https://vk.com/lead\\_climbing?w=wall-195160693\\_2](https://vk.com/lead_climbing?w=wall-195160693_2) (дата обращения: 09.04.2020).

Селецкий А., Мельник Е. Обоснование контроля ошибочных действий спортсменов-пятиборцев в процессе тренировочной и соревновательной деятельности // Молода спортивна наука України. 2013. № 1. С. 228–234.

Чугреев И. Базовые ошибки в скалолазании. 2015. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=r0w5gyYq4\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=r0w5gyYq4_8) (дата обращения: 14.12.2019).

Orth D., Davids K. and Seifert, L. (2016). Coordination in climbing: effect of skill, practice and constraints manipulation. *Sports Med.* Vol. 46, Pp. 255–268. DOI: 10.1007/s40279-015-0417-5.

Ozimek M., et al. (2016) Analysis of tests evaluating sport climbers' strength and isometric endurance. *J Hum Kinet.* Vol. 53, Pp. 249–260. DOI:10.1515/hukin-2016-0027 PMID: 28149428.

Reason J. T. (2000) Human error: models and management. *Western Journal of Medicine.* Vol. 172, Pp. 393–396.

Watts P. B., et al. (2016). Geometric entropy for lead vs top-rope rock climbing. *Int. J. Exerc. Sci.* Vol. 9, Pp. 168–174.

## REFERENCES

Volkov D. N., et al. (2013). Correction of cognitive errors in highly qualified athletes. *Sports psychologist*, Vol. 1 (28). Pp. 32–39 (in Russian).

Ershkovich V. A. (2013). The occurrence of repeated errors in the process of sensorimotor learning and methods for their correction. *Bulletin of St. Petersburg University*, 16 (3), 43–53 (in Russian).

Girinskaya A. Yu. (2017). Cognitive errors from the position of a coach and athlete. *Law. Economy. Psychology*, 3 (8), 72–78 (in Russian).

The main mistakes of beginners and experienced climbers (2017). Access mode: <https://4sport.ua/articles?id=28551> (Accessed 28 June 2019).

Eliseev E. V. (2012). Methodology for identifying and eliminating of erroneous actions in competitive duels of aikidoists 13–15 years of the Tensinkai style. *Bulletin of SUSU*, 21, 123–126 (in Russian).

Ivanova N. A. (2006). Surprising adventures of steady mistakes in the process of learning. *Experimental psychology of cognition: the cognitive logic of the conscious and unconscious: — collection of scientific works.* St. Petersburg: St. Petersburg State University. Pp. 123–134 (in Russian).

Kotchenko U. V. *Complex climbing: the theory of the competitive process.* Simferopol: Scientific world, 2018. 288 p (in Russian).

The program of the analysis of passing of a competitive route. (2019). Access mode: [https://vk.com/lead\\_climbing?w=wall-195160693\\_2](https://vk.com/lead_climbing?w=wall-195160693_2) (Accessed 9 April 2019).

Siletsky A., Melnik E. (2013). Justification for the control of the erroneous actions of athletes-pentathletes in the process of training and competitive activity. *Young sports science of Ukraine*, 1, 228–234 (in Russian).

Chugreev I. Basic mistakes in climbing. (2015). Access mode: [https://www.youtube.com/watch?v=r0w5gyYq4\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=r0w5gyYq4_8) (Accessed 14 December 2019).

Orth D., Davids K., and Seifert, L. (2016). Coordination in climbing: effect of skill, practice and constraints manipulation. *Sports Med.*, 46, 255–268. DOI: 10.1007/s40279-015-0417-5

Ozimek M., et al. (2016) Analysis of tests evaluating sport climbers' strength and isometric endurance. *J Hum Kinet*, 53, 249–260. DOI:10.1515/hukin-2016-0027 PMID: 28149428.

Reason J. T. (2000) Human error: models and management. *Western Journal of Medicine*, 172, 393–396.

Watts P. B., et al. (2016). Geometric entropy for lead vs top-rope rock climbing. *Int. J. Exerc. Sci.*, 9, 168–174.