

ОДИНОЧНОЕ ДВИЖЕНИЕ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ СКАЛОЛАЗАНИИ



КОТЧЕНКО
Юрий Васильевич

Севастопольский государственный университет, Севастополь
Доцент кафедры физического воспитания и спорт, кандидат технических наук,
тел. +79780194751, e-mail: skala7b@rambler.ru

KOTCHENKO Yuriy

Sevastopol State University, Sevastopol
Docent of the department 'Physical Education and Sport,
Candidate of technical sciences, tel. +79780194751, e-mail: skala7b@rambler.ru

Ключевые слова: спортивное скалолазание, итоговый результат, одиночное движение, определяющие факторы, международные соревнования.

Аннотация. В статье изложены результаты изучения степени воздействия, определения силы и направленности связи между суммой одиночных движений спортсмена на соревновательной трассе и его итоговым результатом.

Изучались выступления участников международных соревнований, в том числе выступления мировой элиты женского скалолазания. Проанализировано 532 индивидуальных старта женщин на квалификационном этапе.

В данной статье отдельно изучается соревновательный фактор d (накопленные движения), являющийся одним из наиболее важных, и во многом определяющим итог выступления. Итоговый результат (δ) рассматривается как теоретическое количество движений спортсмена на соревновательной трассе.

δ – результирующий признак, и с помощью регрессионного анализа устанавливается влияние на него независимого фактора d .

Предварительный анализ показал, что равенство $\delta = d$, выполняется только на начальном этапе лазания, далее по мере продвижения значения признаков начинают различаться. Были зафиксированы редкие отдельные случаи равенства и единичные случаи, когда $\delta < d$.

Генеральная совокупность спортсменок была разбита на группы, в соответствии со спортивной квалификацией участниц. Разбивка проводилась с использованием специально разработанного индекса результативности I_p .

– первая группа: очень высокий уровень. Спортсменки, прошедшие трассу полностью. Предположительно участницы финала. Показатели группы: 1 – 3 место; $I_p > 12,5$;

– вторая группа: высокий уровень. Спортсменки, прошедшие трассу полностью или почти полностью. Показатели группы:

1 – 9 место; $I_p = 5,8 \div 12,5$;

– третья группа: средний уровень. Прошедшие в полуфинальный этап. Показатели группы: место до 24; $I_p = 1,9 \div 5,7$;

– четвертая группа: уровень ниже среднего. Показатели группы: 17–40 место; $I_p = 1 \div 1,89$;

– пятая группа: низкий уровень. Показатели: 26–5 место; $I_p < 1$.

С использованием регрессионного анализа были рассчитаны парные регрессионные модели, описывающие степень взаимосвязи накопленных соревновательных движений с итоговым результатом спортсменки на квалификационном этапе международных соревнований по скалолазанию.

Таблица 1

Результаты гребневой регрессии для фактора d

группа	фактор	r	r^2	p	модель
1	d_1	0,68	0,47	0,0000	$\delta_1 = 12,6 + 0,85d_1$
2	d_2	0,70	0,49	0,0000	$\delta_2 = 9,75 + 0,91d_2$
3	d_3	0,82	0,68	0,0000	$\delta_3 = 7,77 + 0,95d_3$
4	d_4	0,86	0,74	0,0000	$\delta_4 = 6,33 + 0,92d_4$
5	d_5	0,85	0,72	0,0000	$\delta_5 = 3,49 + 0,97d_5$

Высокая степень корреляции наблюдается в третьей – пятой группах

($r = 0,82 \div 0,86$), тогда как в группах с высоким уровнем подготовки уровень корреляции ниже: $0,68 \div 0,70$. Коэффициент r^2 в группе лидеров объясняет вклад фактора d в результат только на 47%, и этот вклад находится в обратной связи с квалификацией спортсменки: чем ниже квалификационный уровень

группы, тем выше значение фактора. В представленных регрессионных моделях, эффекты влияния других факторов присоединены к свободно-члену уравнения. Все выполненные расчеты значимы только на уровне квалификационных стартов

международных соревнований. В настоящее время ведутся исследования с целью построения более точных моделей, учитывающих влияние нескольких факторов определяющих результат на соревнованиях мирового уровня.

SINGLE MOVEMENT AS A DEFINING FACTOR IN COMPETITIVE CLIMBING

Keywords: sports climbing, overall result, single movement, defining factors, international competitions.

Abstract. The results of the study of the effect of individual movements on the result and definition of the strength and trend of the correlation between the sum of the individual movements of a sportsman on a climbing route at a competition and their overall result are given in this article.

The performances of the participants of international competitions, including the performances of elite female climbers were studied. Five hundred and thirty-two individual starts of female athletes at a qualification stage have been analyzed.

A competition factor d (cumulated movements) being amongst the major ones and in many respects defining the resulting performance is a subject of a separate study in this article. The overall result (δ) is studied as a theoretical amount of movements of an athlete on a climbing route at a competition. The δ is a resulting characteristic and the influence of an independent factor d upon δ is studied with the help of regression analysis.

The preliminary analysis showed that the equation $\delta = d$ is valid only at the beginning of a climb. Further along the route the values of the characteristics start to differ. Rare individual cases where the values were equal and isolated instances where $\delta < d$ were registered.

The parent population of female athletes was divided into groups according to their sports qualification level. The division was carried out using a specially worked out effectiveness index I_p .

– first group: very high level. Female athletes who completed the climb. Supposed finalists. Characteristics of the group: 1 – 3 places; $I_p > 12,5$;

– second group: high level. Female athletes who completed the climb or nearly completed the climb.

Characteristics of the group: 1 – 9 places; $I_p = 5,8 \div 12,5$;

– third group: intermediate level. Semifinalists. Characteristics of the group: place up to 24; $I_p = 1,9 \div 5,7$;

– fourth group: pre-intermediate level. Characteristics of the group: 17 – 40 places; $I_p = 1 \div 1,89$;

– fifth group: low level. Characteristics of the group: 26–55 places; $I_p = < 1$.

Paired regression models describing the correlation between the cumulated climbing movements and the overall result of a female athlete at a qualification stage of an international climbing competition were built with the use of regression analysis.

Table 1

Results of the ridge regression for factor d

group	factor	r	r ²	p	model
1	d ₁	0,68	0,47	0,0000	$\delta_1 = 12,6 + 0,85d_1$
2	d ₂	0,70	0,49	0,0000	$\delta_2 = 9,75 + 0,91d_2$
3	d ₃	0,82	0,68	0,0000	$\delta_3 = 7,77 + 0,95d_3$
4	d ₄	0,86	0,74	0,0000	$\delta_4 = 6,33 + 0,92d_4$
5	d ₅	0,85	0,72	0,0000	$\delta_5 = 3,49 + 0,97d_5$

A high degree of correlation is registered in groups 3–5 ($r = 0,82 \div 0,86$), whilst the correlation is weaker in the groups of climbers with a high qualification: $0,68 \div 0,70$. The coefficient r² in the group of leaders explains only 47% of the contribution of the factor d and this factor has a negative correlation with the qualification of a female climber: the lower the qualification of the group the bigger the value of the factor. In the presented regression models the effects from other factors are added to the intercept in the regression equation. All the calculations are valid only for qualification stages at international competitions.

Presently research is being carried out in order to build more precise models that take into account the influence of a few factors defining the result at international competitions.

Спортивное скалолазание относится к молодым и динамично развивающимся видам спорта. Первый чемпионат мира был проведен в 1991 году в Германии. В 2007 году скалолазание было признано олимпийским видом спорта и сейчас находится на этапе включения в олимпийскую программу.

Актуальность исследования. В связи с этим возникает необходимость активизации научных исследований, особенно в таком виде как трудность, где успехи российских спортсменов не такие значительные как в скорости и боулдеринге. Научные публикации в спортивном скалолазании

в основном рассматривают развитие специальных физических качеств и вопросы предсоревновательной подготовки [1, 3, 4], психологическую подготовку [2], травматизм [5], и в значительно меньшем объеме изучается непосредственно соревновательный процесс.

На кафедре физического воспитания и спорта Севастопольского государственного университета ведется работа по изучению соревновательной практики спортсменов высшей квалификации на этапах кубка мира и мировых чемпионатах. **Объектом исследований** был выбран соревновательный процесс.

Предмет исследования – вид трудность.

Цель исследования состоит в изучении степени воздействия, определении силы и направленности связи между параметрическими признаками (факторами), влияющими на результат в сложном лазании и собственно итоговым результатом спортсмена.

Организация и методы исследования. Изучались и анализировались видеозаписи прохождений, на 8 этапах кубка мира в лазании на трудность среди женщин. В результате анализа видеogramм, были установлены данные по общему количеству накопленных движений каждой участницей на квалификационной трассе. Внутригрупповые распределения наблюдений признака проверялись с использованием критериев Пирсона, Колмогорова-Смирнова, Лиллиефорса и Шапиро-Уилка. Значимость различий оценивалась критерием Краскела-Уоллеса. Для определения силы связи и степени влияния параметрического признака на результат, использовались методы корреляционного и регрессионного анализов. Используемые программы: Kinovea 0.8.24, Excel-2010, Statistika 10.

Испытуемые. Участники международных соревнований (чемпионаты и этапы Кубков мира), в т.ч. мировая элита женского скалолазания. Всего проанализировано 532 индивидуальных старта (годовой цикл этапов кубка мира) на 15 квалификационных трассах. Недостоверные результаты и результаты явно слабых участниц не учитывались, тогда генеральная совокупность $N_{ген} = 483$.

Результаты исследования. В ходе предварительного анализа были определены основные параметрические признаки, с той или иной степенью влияющие на спортивный результат в соревновательном лазании. В данной статье отдельно рассматривается параметрический признак d (накопленные движения), являющийся одним из

наиболее важных, и во многом определяющий итоговый результат.

В соревновательном скалолазании результат спортсмена рассматривается как достигнутая высота, или конечная точка пройденного отрезка трассы. На основании этого результата спортсмену присваивается итоговое место. С другой стороны, вся подготовленная для соревнований трасса, состоит из сложного набора реальных движений, которые можно измерить в шкале отношений. Следовательно, существует возможность рассматривать данный результат как теоретическое количество движений спортсмена (δ), выполненное на соревновательной трассе.

В нашем случае δ – результирующий признак (итоговый результат), и с помощью регрессионного анализа можно установить влияние на него единичных или множественных независимых признаков.

При постановке соревновательной трассы, судьи - подготовщики предполагают, что участники соревнований будут проходить ее, с определенной долей вероятности, именно так как они запланировали. И в целом, на соревнованиях спортсмены лезут по созданному судьями раскладу, но с определенными отклонениями. Если отклонений нет, то получается равенство значений $\delta = d$. Если есть, а опыт практики показывает что есть, то возникает ряд вопросов: почему они появляются, насколько существенны, влияют ли на результат, и если да, то каким образом.

Предварительный анализ показал, что равенство $\delta = d$, выполняется только на начальном этапе лазания, далее по мере продвижения значения признаков начинают различаться. Были зафиксированы редкие отдельные случаи равенства и единичные случаи, когда $\delta < d$.

Так как параметрический признак d оказывает во многом определяющее воздействие на результирующий, возникла необходимость изучить это влияние минимизируя эффект мультиколлинеарности. С этой целью был выполнен парный регрессионный анализ по данному признаку.

В общей совокупности исходных данных ($N_{ген} = 483$), находятся результаты как высококвалифицированных спортсменов, так и аутсайдеров. Для выполнения анализа потребовалось разбить генеральную совокупность на группы, в соответствии со спортивной квалификацией участниц. Разбивка проводилась с использованием разработанного индекса результативности I_p . Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Квалификационные группы спортсменок

Группа	n _{наб}	Уровень подготовки	Место	Ip
1	53	очень высокий	1 ÷ 3	> 12,5
2	70	высокий	1 ÷ 9	5,8 ÷ 12,5
3	164	средний	до 24	1,9 ÷ 5,7
4	127	ниже среднего	17 ÷ 40	1 ÷ 1,89
5	69	низкий	26 ÷ 55	< 1

Характеристики групп, представленных в таблице 1:

- *первая группа*: Очень высокий уровень. Спортсменки, прошедшие трассу полностью. Предположительно участницы финала. Показатели группы: 1 – 3 место; $I_p > 12,5$;

- *вторая группа*: Высокий уровень. Спортсменки, прошедшие трассу полностью или почти полностью. Показатели группы: 1 – 9 место; $I_p = 5,8 \div 12,5$;

- *третья группа*: Средний уровень. Прошедшие в полуфинальный этап. Показатели группы: место до 24; $I_p = 1,9 \div 5,7$;

- *четвертая группа*: Уровень ниже среднего. Показатели группы: 17 – 40 место; $I_p = 1 \div 1,89$;

- *пятая группа*: Низкий уровень. Показатели: 26 – 55 место; $I_p = < 1$.

Характеристики ряда для каждой группы представлены в таблице 2.

В таблице 2 приведены средние значения признака d_{cp} по каждой группе, доверительный интервал оценки математического ожидания I , дисперсия σ^2 , среднее квадратическое отклонение σ , доверительный интервал оценки среднего квадратического отклонения I_σ , стандартная ошибка выборочной средней (t).

Проверка признака d по группам на соответствие нормальному закону распределения при помощи критерия согласия Пирсона не

дала надежного ответа, поэтому были также использованы критерии Колмогорова-Смирнова, Лиллиефорса и Шапиро-Уилка.

Согласно данным таблицы 3, четыре из пяти независимых выборок не подчиняются нормальному закону распределения.

Гипотеза H_0 : между выборками существуют незначительные различия по уровню исследуемого признака d . Альтернативная гипотеза H_1 : различия присутствуют, и они существенны.

Проверка уровня изменения признака при переходе от одной группы к другой проводилась с использованием непараметрического H-критерия Краскела-Уоллеса.

$$H_H = \frac{12}{483 \cdot 484} \sum_{i=1}^5 \frac{R_i^2}{n_i} - 3(483 + 1) = 289,2832,$$

на уровне $p = 0,000$; где:

N – суммарный объем всех выборок; n^i – объем первой выборки;

R^i – сумма рангов i -той выборки, s – число выборок.

Результат анализа приводится в таблице 4.

Расчеты показывают, что результат критерия Краскела-Уоллеса высокозначим ($p = 0,000$), следовательно, характеристики групп существенно отличаются друг от друга. Наибольшая ранговая сумма относится к третьей группе, т.е. по этой группе наблюдается худшее выполнение теста.

Таким образом, гипотеза H_0 отвергается, и принимается гипотеза H_1 : между группами существуют значительные различия по уровню исследуемого признака d , следовательно, разбивка произведена корректно.

Регрессионный анализ только частично подтвердил предполагаемую сильную связь между признаками. Результаты расчетов приведены в таблице 5.

Все представленные в таблице 5 характеристики, в т.ч. (F- критерий, коэффициент Бета,

Таблица 2

Групповые значения характеристик по признаку d

	d_{cp}	I -0,95%	I 0,95%	σ^2	σ	I -0,95%	I 0,95%	t	As	σ_{As}	Ex	σ_{Ex}
1	45,82	44,25	47,39	32,31	5,68	4,771	7,033	0,78	0,20	0,33	-0,78	0,64
2	40,29	39,47	41,12	11,96	3,46	2,965	4,150	0,41	-0,36	0,29	-0,91	0,57
3	34,85	34,05	35,65	27,05	5,20	4,692	5,834	0,42	0,13	0,19	-0,88	0,38
4	27,73	26,64	28,82	38,70	6,22	5,538	7,096	0,55	-0,15	0,21	0,50	0,43
5	21,02	19,71	22,33	29,69	5,45	4,667	6,548	0,66	-0,004	0,29	-0,56	0,57

Таблица 3

Данные соответствия нормальному закону распределения признака *d* по группам

№	п	К-С	р	Норм	χ^2	р	Норм	W	р	Норм	Лл	Норм
1	53	0,141	> 0,2	норм	9,341	0,053	норм	0,932	0,0049	нет	< 0,05	нет
2	70	0,147	0,10	норм	18,119	0,011	нет	0,932	0,0009	нет	< 0,01	нет
3	164	0,109	< 0,05	нет	19,907	0,011	нет	0,969	0,0013	нет	< 0,01	нет
4	127	0,101	< 0,15	норм	30,454	0,0002	нет	0,957	0,0005	нет	< 0,01	нет
5	69	0,072	> 0,2	норм	9,824	0,132	норм	0,981	0,3575	норм	> 0,2	норм

Таблица 4

Данные анализа достоверности различий

Группы	n	Сумма рангов	Ср. ранг
1	53	19213,50	362,5189
2	70	27274,00	389,6286
3	164	46039,00	280,7256
4	127	19845,50	156,2638
5	69	4514,00	65,4203

коэффициенты *r* и *r*², ст. ошибка *t*) высоко значимы на уровне (*p* = 0,0000). Значимость свободного члена регрессии по всем группам, находится в пределах *p* = 0,0000÷0,0368. λ – поправочный коэффициент смещения оценки гребневой регрессии.

Высокая степень корреляции наблюдается в третьей – пятой группах

(*r* = 0,82 ÷ 0,86), тогда как в группах с высоким уровнем подготовки уровень корреляции ниже: 0,68 ÷ 0,70. Коэффициент детерминации *r*² в группе лидеров объясняет вклад признака *d* в результат только на 47%, и этот вклад находится в обратной связи с квалификацией спортсменки: чем ниже квалификационный уровень группы, тем выше значение признака. Такая ситуация объясняется продолжительностью работы спортсменки на трассе: чем ниже уровень спортсменки, тем

меньше количество накопленных движений. За это время другие признаки не успевают оказать существенного влияния на ее результат, и признак *d* становится определяющим (рис 1).

Спортсменки более высокого класса проходят квалификационную трассу полностью (в очень редких случаях – почти полностью) и имеют более продолжительное время работы на трассе, в течение которого на результат оказывают существенное влияние другие параметрические признаки, и значимость признака *d* снижается (рис 2).

Необходимо уточнить, что выполненный анализ проводился независимо от других признаков. В представленных регрессионных моделях, эффекты влияния других предикторов присоединены к свободному члену уравнения.

В дальнейших исследованиях планируется проведение множественного регрессионного анализа, с целью построения более точной модели прохождения соревновательной трассы. Все выполненные расчеты значимы только на уровне квалификационных стартов международных соревнований.

Выводы

1. Установлен коэффициент силы связи параметрического признака *d* с итоговым спортивным

Таблица 5

Результаты гребневой регрессии по признаку *d*

Группа	<i>r</i>	<i>r</i> ²	F	<i>t</i>	Бета	<i>t</i> _(б)	λ	Модель
<i>d</i> ₁	0,68	0,47	(1,52)=45,057 <i>p</i> < 0,0000	4,18	0,638	0,095	0,15	$\delta_1 = 12,6 + 0,85d_1$
<i>d</i> ₂	0,70	0,49	(1,69)=65,848 <i>p</i> < 0,0000	3,59	0,635	0,078	0,22	$\delta_2 = 9,75 + 0,91d_2$
<i>d</i> ₃	0,82	0,68	(1,163)=343,78 <i>p</i> < 0,0000	3,66	0,768	0,041	0,15	$\delta_3 = 7,77 + 0,95d_3$
<i>d</i> ₄	0,86	0,74	(1,126)=354,05 <i>p</i> < 0,0000	3,67	0,805	0,042	0,14	$\delta_4 = 6,33 + 0,92d_4$
<i>d</i> ₅	0,85	0,72	(1,68)=170,83 <i>p</i> < 0,0000	3,72	0,767	0,058	0,22	$\delta_5 = 3,49 + 0,97d_5$

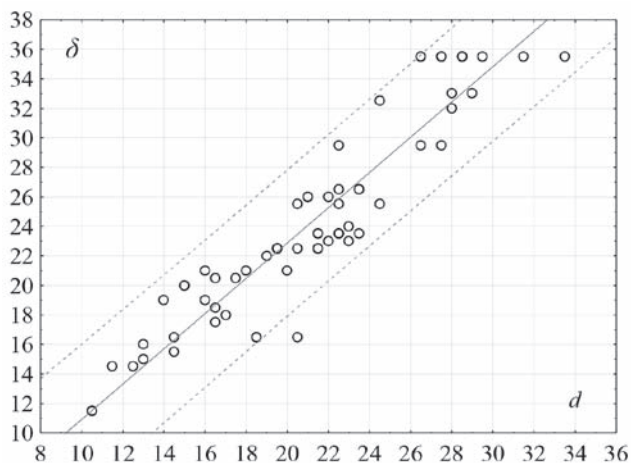


Рис. 1. Диаграмма рассеяния для 5-й группы

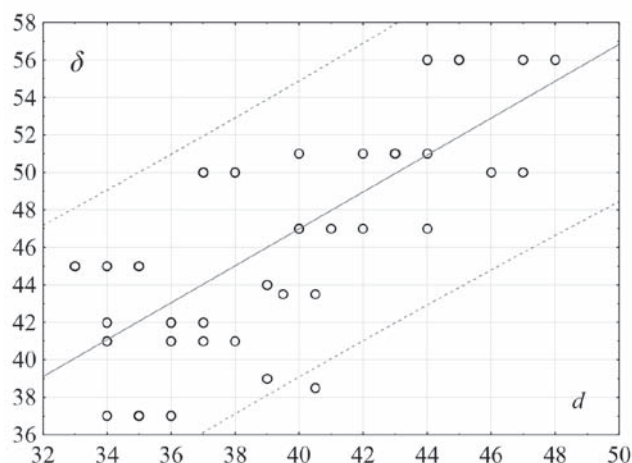


Рис. 2. Диаграмма рассеяния для 1-й группы

результатом по пяти квалификационным группам:

$$r_1 = 0,68; r_2 = 0,70; r_3 = 0,82; r_4 = 0,86; r_5 = 0,85.$$

2. Определен вклад признака d в результирующий признак δ : $r_1^2 = 47\%$; $r_2^2 = 49\%$; $r_3^2 = 68\%$; $r_4^2 = 74\%$; $r_5^2 = 72\%$.

3. Предложены частные регрессионные модели описывающие степень взаимосвязи накопленных соревновательных движений с итоговым результатом спортсменки на квалификационном этапе международных соревнований по скалолазанию.

Литература

1. Власенко, П. С. Количественное определение специфической изометрической силы мышц сгибателей пальцев, и ее взаимосвязь с проявлением силовых способностей при занятии скалолазанием / П. С. Власенко, Ю. В. Байковский // Экстремальная деятельность человека. – 2014. – № 3 (28). – С. 46-50.

2. Гант, Е. Е. Психическая работоспособность скалолазов в экстремальных условиях спортивной деятельности / Е. Е. Гант / Материалы VIII Международной научно-практической конференции психологов физической культуры и спорта «Рудиковские чтения». – Изд-во: РГУФКСМиТ, 2012. – С. 77-81.

3. Ломовцев, Д. Ю. Оптимизация тренировочного процесса скалолазов, специализирующихся в лазании на трудность, на основе комплексного анализа уровня физической подготовленности / Д. Ю. Ломовцев, Д. А. Кравчук // Омск: Омский научный вестник. – 2012. – № 4-111. – С. 247-249.

4. Пиратинский, А. Е. Метод вариаций в тренировке спортсменов-скалолазов / А. Е. Пиратинский / М.: Сб. науч. трудов Международного научно-практического конгресса. – Изд-во: РГУФКСМиТ. – 2014. – С. 114-115.

5. Backe, S., Ericson, L., Janson, S., & Timpka, T. Rock climbing injury rates and associated risk factors in a general climbing population // medicine & science in sports. – 2009. – № 19(6). – P. 850-856.

References

1. P. S. Vlasenko. Kolichestvennoe Opredelenie Spetsificheskoy Izometrcheskoy Sily Myshts Sgibateley Paltsev I Eyo Vzaimosvyaz S Proyavleniem Silovyh Sposobnostey Pri Zanyatii Skalolazaniem. [Quantitive Definition Of A Specific Isometric Force of Finger Flexors And Its Correlation With Power Capabilities During Rock-climbing] // Moscow: Extremalnaya deyatel'nost' Cheloveka. – 2014. – № 3 (28). – pp. 46-50.

2. E. E. Gant. Psihicheskaya Rabotosposobnost Skalolasov V Extremalnyh Usloviyah Sportivnoi Deyatel'nosti [Psychic Performance of Rock-climbers Under Extreme Conditions of Sporting Activity] / Materials of VIII International Scientific And Practical Conference Of Psychologists In Physical Culture And Sports «Rudikovsky Readings»: Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism Publ. – 2012. pp. 77-81.

3. D. Y. Lomovtsev. Optimizatsiya Trenirivichnogo Processa Skalolasov, Specializiruyuschihya V Lazanii Na Trudnost Na Osнове Kompleksnogo Analiza Urovnya Fizicheskoi Podgotovlennosti [Optimisation Of Training Of Rock-climbers Specializing In Lead On The Basis Of Complex Analysis Of Fitness Level] // Omsk: Omskii Nauchnyi Vestnik. – 2012. – № 4-111. – pp. 247-249.

4. A. E. Piratinsky. Metod Variatsyi V Trenirovke Sportsmenov-skalolasov [Variation Method In The Training Of Sports Climbers] / Moscow: Collection Of Papers Of The International Scientific And Practical Congress. Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism Publ. – 2014. pp. 114-115.