

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ АЛЬПИНИСТА НА СКАЛЬНОМ РЕЛЬЕФЕ



**МАГОМЕДОВ
Руслан Расулович**

ГБОУ ВО «Ставропольский
государственный педагогический
институт»

Доктор педагогических наук,
профессор, e-mail: marus-stv@
yandex.ru,
тел. 8-918-767-1244

MAGOMEDOV Ruslan

GBOU «Stavropol State Pedagogical
Institute»

Doctor of pedagogical sciences, professor,
e-mail: marus-stv@yandex.ru

Ключевые слова: двигательная деятельность, биомеханика движений альпиниста, скальный рельеф, методические рекомендации движений по скалам.

Аннотация. Статья посвящена вопросам, связанным с согласованными движениями альпиниста по скальному рельефу различной сложности. Проведен биомеханический анализ движений альпиниста по скалам, положение его тела в пространстве, расположение звеньев тела, скорости движения, рационального распределения сил передвижения тела на упорах и распорах. Схематично представлено расположение тела альпиниста при свободном лазании по скальному рельефу с позиции биомеханики.

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF MOTOR ACTION CLIMBER ON THE ROCKY TERRAIN

Keywords: motor activity, biomechanics of movements, climber, rock relief guidelines movements on the rocks.

Abstract. The article is devoted to issues related to agreed on relief of Rocky Mountaineer movements of varying complexity. Conducted biomechanical analysis of movements of rock climber, his body position in space, the location of the parts of the body, speed, rational distribution of body movement forces debonded strands and rasporah. Schematically presented body location free climber climbing on the rocky terrain of biomechanics position.

Актуальность. Известно, что любые движения альпиниста – это результат согласованной деятельности центральной нервной системы (ЦНС) и мышц. Двигательная деятельность альпиниста, осуществляется посредством целенаправленных активных движений. Движения альпиниста объединены в управляемые системы, целостные двигательные акты (например, скалолазание, ледолазание, гимнастические упражнения, легкая атлетика спортивные игры, плавание, и т.д.).

Цель исследования – выявить основные противоречия, которые происходят с передвижениями альпинистов на различном скальном рельефе с позиций биомеханики. Преодоление скальных склонов требует от альпиниста специальной техники, навыков и умений. Альпинистские передвижения с рюкзаком за плечами, это своеобразный темп и ритм, включения различных мышечных

групп, ранее не принимавших активного участия в работе. Умения одновременно думать и выбирать безопасный путь, смотреть под ноги, остерегаться падения камней, постоянно быть на чеку, и при этом рационально использовать микрорельеф скального склона.

Организация исследования. Исследование построено на основе биомеханического анализа положений тела альпиниста в пространстве на различных формах скального рельефа.

Методы исследования. Для исследования положения тела альпиниста на скальном рельефе были использованы следующие методы: теоретический обзор и анализ специальной литературы, синтез и анализ, а также методы математической статистики.

Встречающиеся технические трудности на скальном склоне (тропе) зависят от характера

рельефа и от крутизны. Двигаясь по скалам альпинист, прикладывает физические усилия, с увеличением крутизны появляется возможность срыва. Скалы требуют от альпиниста уверенности и опыта, так как на этой форме горного рельефа присутствуют захваты и опоры, непривычные в жизненном быту человека, поэтому большая нагрузка здесь приходится на ноги и в меньшей, но немало важной степени и на руки [1, 2, 3, 4].

Наблюдая движения альпиниста, можно заметить, как изменяется положение его тела в пространстве, расположение звеньев тела, скорости движения и многое другое. Особенности движения позволяют разделить сложное движение на составные части, заметить, как они влияют одна на другую, как помогают достичь цели.

Чтобы ясно представить себе процесс движения и устойчивость тела проведем упрощенный биомеханический анализ передвижений альпиниста на скальном рельефе.

Равномерное движение – один из важнейших факторов при длительных нагрузках. Другой важный фактор – правильное положение тела и перемещение центра тяжести тела при движении или лазанье. На рисунке 1 видно, что силу тяжести веса тела на скальном склоне (наклонной поверхности) можно разложить на три составляющие: N – нормальную перпендикулярную склону, T – тангенциальную параллельную склону, G – силу веса тела.

Во время движения (Рисунок 2) по простым скалам альпинист использует три точки опоры (ноги и ледоруб). Его стабильность на склоне зависит от статического равновесия всех действующих сил. При перенесении силы тяжести, P_t – вес всего тела можно разложить на составляющие



Рисунок 1

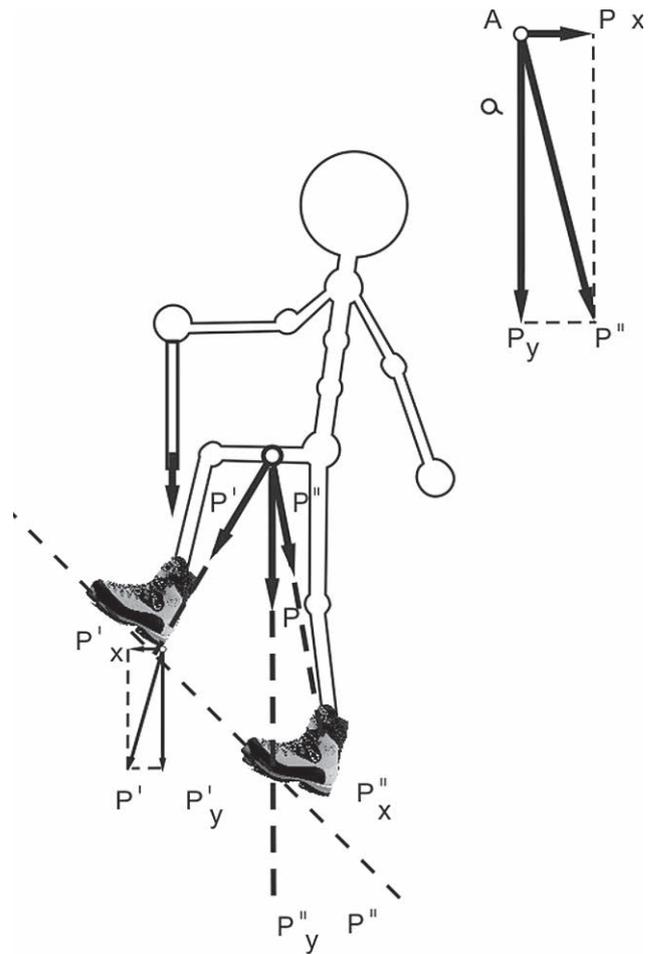


Рисунок 2

P' и P'' , вертикальные составляющие которых $P_{y'}$ и $P_{y''}$, равны реакциям опор, а горизонтальные слагаемые – $P_{x'}$ и $P_{x''}$. При этом между телом и скальной плоскостью возникает сила трения, при определенной величине препятствующая скольжению тела вниз по склону. На рисунке 2 видно, что сила трения равна $P_{x'}$. Существенную роль играет величина силы $P_{x''}$.

Система будет устойчива до момента, когда сила $P_{x''}$ превышает или равняется произведению нормальной силы $P_{y''}$ на коэффициент трения ($P_{x''} \leq k P_{y''}$). Из рисунка 2 ясно, что $P_{x''} = P_{y''} \cdot \sin \alpha$, то есть при увеличении угла α , когда альпинист «ложится» на склон, возрастает сила $P_{x''}$, тем самым уменьшается устойчивость, повышается вероятность проскальзывания или срыва.

Таким образом, очевидно, что при использовании ледоруба на скальном склоне как дополнительной точки опоры повышается стабильность (для нарушения стабильности необходима очень большая сила $P_{x''}$). На опору действует часть тяжести тела, тем самым, уменьшая слагаемое $P_{x''}$.

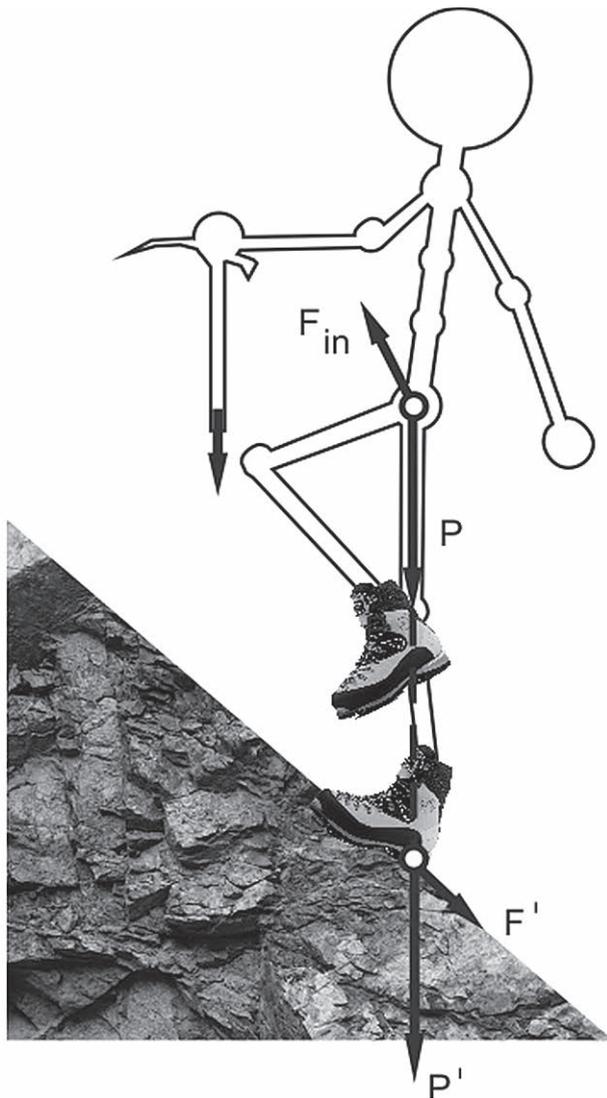


Рисунок 3

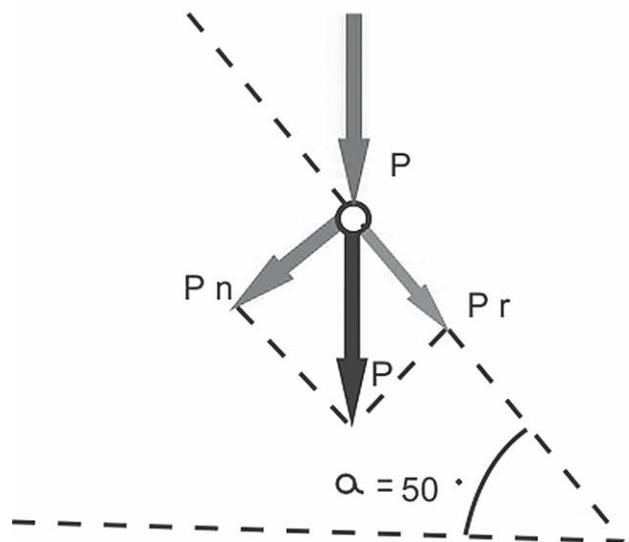
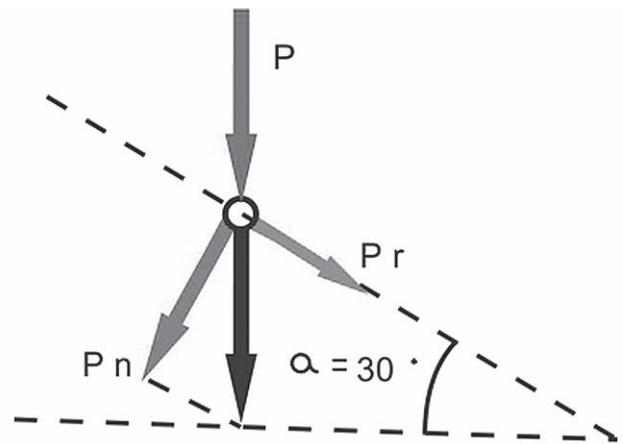


Рисунок 4

Всегда при определении того, как изменяется движение под действием приложенной силы, необходимо знать инерционные характеристики объекта. На рисунке 3 показана фаза движения в момент, когда центр тяжести совпадает с точкой опоры. В соответствии со вторым законом Ньютона масса тела, как его инерционная характеристика, определяет зависимость ускорения от приложенной силы. При движении центра тяжести вперед создается сила инерции F_{in} , зависящая от массы тела и его скорости, $-F_{in} = m \cdot a$. По законам механики сила F_{in} передается через кинетические пары в точки опоры, где суммируется с силами P_x и P_y .

Таким образом, увеличивается опасность проскальзывания. Для её уменьшения необходимо соблюдать плавность движения, а в нужный

момент опираться на ледоруб или рукой за скальную зацепку.

Устойчивость альпиниста в значительной степени зависит от крутизны склона скального рельефа. На рисунке 4 проанализируем случай, когда центр тяжести совпадает с точкой опоры. Тангенциальная сила, обеспечивающая стабильность тела на склоне, равна $P_t = P \cdot \sin \alpha$, откуда видно, что с увеличением крутизны эта сила возрастает. Для увеличения устойчивости необходимо создавать дополнительные точки опоры, корректировать центр тяжести тела при движении. При передвижении устойчивость практически достигается использованием ледоруба «как трости», использованием скальной зацепки рукой, или скального выступа (ногой).

Искусство альпиниста в том и состоит, чтобы умело использовать специфические особенности скальных склонов горного рельефа.

В зависимости от скального рельефа различают:

- а) свободное лазание – с использованием естественных точек опоры (выступы, трещины и т. д.);
- б) искусственное лазание – когда создаются искусственные точки (скальные и шлямбурные крючья, веревки, петли и т. д.).

Скальные маршруты по характеру трудности можно разделить на пять групп:

1) легкие скалы (можно идти без помощи рук, иногда для сохранения равновесия пользуясь ими или использовать ледоруб как «трость»);

2) скалы средней трудности преодолеваются преимущественно простейшим способом – как по лестнице (сохранение равновесия и продвижение невозможны без помощи рук, необходима страховка веревкой);

3) трудные скалы – зацепки относительно невелики и расположены далеко друг от друга (необходимо применять все приемы свободного лазания при тщательной и непрерывной страховке идущего и само страховке страхующего);

4) очень трудные скалы (крутизной 90°) – стены с отрицательным уклоном, карнизы (движение здесь осуществляется на пределе человеческих возможностей с использованием искусственных точек опоры, лесенок, площадок, других специальных средств);

5) сверхсложные скалы – только высококлассные спортсмены могут лазить свободным лазанием (малые зацепки и многочисленные участки, преодолеваемые лишь на трении, часто необходимы

искусственные точки опоры, в качестве которых применяются крючья, лесенки и др.).

Основной принцип скалолазания – экономное и безопасное прохождение маршрута. Затрата физических сил существенно снижается за счет технической подготовленности альпиниста, рационального и экономного распределения сил, чередования нагрузок на различные группы мышц.

Рассмотрим вопрос расположения тела альпиниста при свободном лазании по скальному рельефу подробнее с позиции биомеханики. При передвижении тела на упорах и распорах, схематично (Рисунок 5 и 6) разложим силы, где:

- N – нормальная сила давления на точку опоры;
- G – сила веса;
- H – сила скольжения тела параллельно склону;
- A_1 – сила давления рук на точку опоры;
- A_2 – сила давления ног на точку опоры;
- O – центр тяжести тела.

Допустим, на наклонной плоскости свободно расположен камень (Рисунок 5). По известному закону физики (третий закон Ньютона, $F_1 = -F_2$), силы, с которыми действуют друг на друга две материальные точки, равны по модулю, приложены к различным точкам и направлены в противоположные стороны вдоль прямой, соединяющей эти точки, получаем параллелограмм сил с составляющими: нормальная сила N , которая всегда перпендикулярна плоскости, и тангенциальная H , параллельная склону и смещающая тело в этом направлении. При этом между плоскостью и телом возникает сила трения, которая при определенной величине препятствует скольжению тела альпиниста вниз по склону.

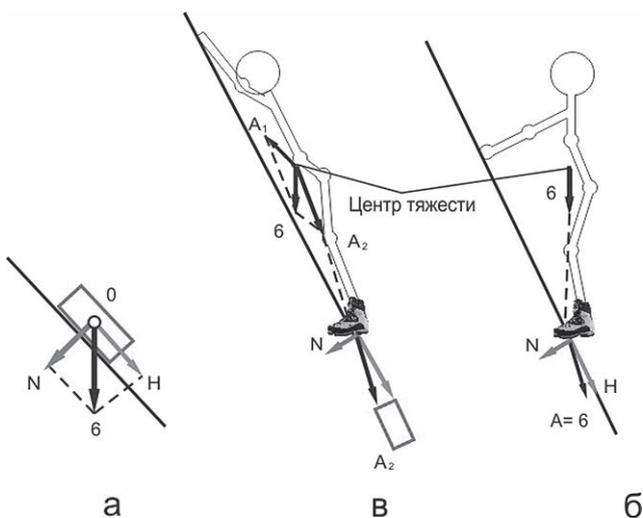


Рисунок 5

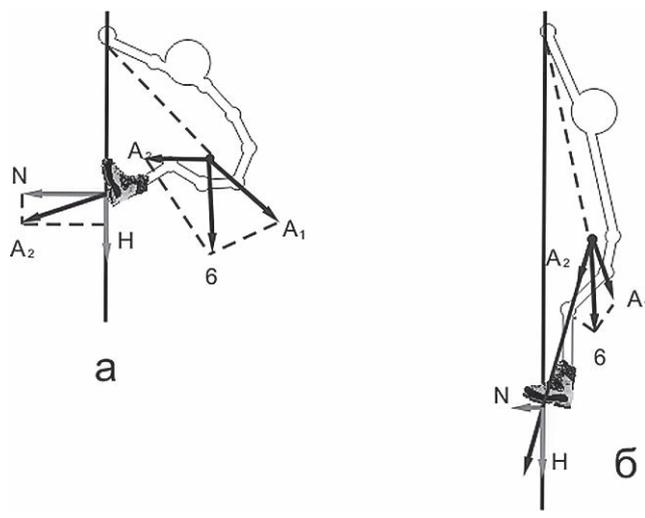


Рисунок 6



Величина силы трения, удерживающей тело альпиниста на склоне, зависит от шероховатости поверхности материала и других свойств тела, и от величины нормальной составляющей силы N .

Очевидно, что чем больше сила N , тем сильнее тело альпиниста прижимается к склону. Применяя вышеуказанный закон физики к скалолазанию, убеждаемся, что надо стремиться обеспечить силу трения на стене. Значит, необходимо добиваться, чтобы нормальная сила N была бы как можно большей, тангенциальная сила H – как можно меньшей. Как этого достичь?

Сначала рассмотрим, каким должно быть правильное положение тела альпиниста в случае, когда для ног имеются хорошие точки опоры. На рисунке 5в схематично показано тело альпиниста, которое наклонено к скалам – неправильное положение. На рисунке 5б альпинист находится в вертикальном положении на скале – правильное положение.

Если, например, в первом случае наклон скальной стены 70° , имеются хорошие опоры для ног и плохие для рук, то вес тела альпиниста распределяется между ними в определенной пропорции. В этом случае трение, вызываемое нормальным давлением, будет слишком мало, чтобы противодействовать большой силе скольжения, а положение альпиниста неустойчиво и ненадежно.

При вертикальном расположении тела (во втором случае), когда центр тяжести действует перпендикулярно опорной плоскости через ноги, руки используются только для поддержания равновесия. При таком распределении сил альпинист свободно, без напряжения может держаться на скале.

Рассмотрим теперь случай, когда руки имеют, а ноги не имеют хорошей точки опоры. На рисунке 6а изображено правильное положение альпиниста, который старается упереться ногами о вертикальную стену. После разложения силы между руками и ногами, разлагаем силы, действующие на ноги, на нормальную – N и силу H , направленную вниз по склону. На рисунке видно, что при таком расположении тела сила N больше силы H . Даже на очень скользкой поверхности в таком случае можно не бояться, что ноги альпиниста соскользнут.

На рисунке 6б альпинист изображен в неправильном отвесном положении. После разложения возникших сил на составляющие, очевидно, что сила H значительно больше силы N . Альпинист будет висеть на руках, так как ноги лишены точки опоры – сила трения слишком мала, чтобы избежать скольжения или срыва.

Таким образом, ясно, что для безопасного скалолазания очень большое значение имеет правильное положение тела, что облегчает или усложняет лазание.

В период практической работы с альпинистами начальником учебной части АУСБ «Узункол» (Западный Кавказ, Карачаево-Черкесская Республика (КЧР), 2001-2008 гг.), старшим тренером, ответственным за безопасность в различных учебно-тренировочных сборах федерации альпинизма КЧР, Ставропольского края (1991-2017 гг.) и на основе вышеизложенного, мы выработали ряд методических рекомендаций, которые необходимо учитывать, чтобы альпинист, двигаясь по скальному рельефу, достаточно

быстро и при наименьшей затрате сил мог обеспечить максимальную безопасность хождения по скалам:

1. Перед тем, как начинать движение по скалам, необходимо определить точки изменения направления, места отдыха, страховки и, особенно, трудные скальные участки.

2. Кратчайшее направление при наборе высоты – вертикаль, и при движении по скалам следует придерживаться этого направления, выбирая простейший путь.

3. Прежде чем нагрузить скальную опору тяжестью тела альпиниста, необходимо убедиться в её надёжности (осмотр, удар скальным молотком или кулаком), а затем стремиться последовательно использовать её как захват для рук, а потом как опору для ног.

4. Наиболее устойчивое положение характеризуется тремя точками опоры (две ноги – рука, две руки – нога). Последовательность перемещения рук и ног определяется характером рельефа.

5. Основную нагрузку при передвижении по скалам должны нести ноги (используя уступы), так как руки в несколько раз слабее ног, и их главная задача – удерживать равновесие.

6. Значительную экономию сил при лазании дает правильное использование трения. Ряд форм скального рельефа может быть, преодолён только за счёт трения (камины, расщелины, плиты, гребешки, внутренние и внешние углы).

7. Плавность движения позволяет уменьшить затрату сил при лазании по скалам и повысить его надёжность. Резкая нагрузка на опору может нарушить её прочность и вызвать срыв.

8. Широкое применение распоров при лазании по скальному рельефу придает движениям уверенность. Распоры позволяют использовать такие точки опоры, которые иначе использовать невозможно.

9. Когда имеются хорошие опоры для рук и плохие для ног, следует держать тело альпиниста от скал подальше, а при хорошей опоре для ног – ближе к скалам.

10. Перед трудным участком надо заранее определить точки опоры, захваты и преодолеть

его быстро, без задержки, чтобы руки не устали. Когда нет возможности двигаться дальше, лучше спуститься в удобное место и искать новый вариант подъёма.

Литература

1. Байковский, Ю.В. Теория и методика тренировки в горных видах спорта: учебно-методическое пособие / Ю.В. Байковский. – М. : ТВТ Дивизион, 2010. – 304 с.

2. Власенко, П. С. Особенности построения цикла скалолазной подготовки в альпинизме / П. С. Власенко // Экстремальная деятельность человека. – 2015. – №3(36). – С. 12-16.

3. Захаров, П.П. Инструктору альпинизма 2-е изд., перераб. и доп. / П.П. Захаров. – М. : ФиС, 1988. – 269 с.

4. Литвиненко, С.Н. Исследование психофизиологических показателей лиц среднего возраста в процессе акклиматизации и восхождения на вершину Эльбрус / С.Н. Литвиненко, В.Б. Войнов, Ю.В. Байковский // Экстремальная деятельность человека. – 2017. – №1(42). – С. 3-8.

5. Магомедов, Р.Р. Основы многолетней подготовки в горном туризме: Монография / Р.Р. Магомедов. – Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2002. – 348 с.

6. Школа альпинизма. Начальная подготовка: учебное издание / Сост. Захаров П.П., Степенко Т.В. – М. : Физкультура и спорт, 1989. – 463 с.

Literature

1. Baykovsky, Y.V. Theory and methods of training in mountain sports: a teaching aid / Y.V. Baykovsky. – М. : TVT Division, 2010. – 304 p.

2. Vlasenko, P.S. The features of the construction of a cycle of climbing training in alpinism / P.S. Vlasenko // Extreme human activity. – 2015. – №3(36). – P. 12-16.

3. Zakharov, P.P. Instructor of mountaineering 2 nd ed., Pererab. and additional / P.P. Zakharov. – М. : ФиС, 1988. – 269 p.

4. Litvinenko, S.N. Study of psychophysiological indicators of middle-aged people in the process of acclimatization and climbing to the top of Elbrus / S.N. Litvinenko, V.B. Voinov, Yu.V. Baikovsky // Extreme activity of man. – 2017. – №1(42). – P. 3-8.

5. Magomedov, R.R. Fundamentals of long-term training in mountain tourism: Monograph / R.R. Magomedov. – Stavropol: Stavropolservisshkola, 2002. – 348 p.

6. School of mountaineering. Initial training: educational edition / Comp. Zakharov P.P., Stepenko T.V. – М. : Physical Culture and Sports, 1989. – 463 p.

