



БЧ-2020

Лекция:
«Организация подъёмных систем в горном туризме»

Кошевенко Михаил

Полиспаст – это система подвижных и неподвижных роликов (блоков) огибаемых веревкой, позволяющая поднимать груз с меньшим усилием, чем требует реальный вес груза.

Использование веревочных подъемных систем (**полиспастов**) – важный технический прием горного туризма, необходимый при проведении спасательных работ, организации навесных переправ и в некоторых других случаях.

Неподвижный ролик

Груз подвешен на веревке, пропущенной через **неподвижный** (т.е. закрепленный на станции) ролик.

Для поднятия груза потребуется усилие равное весу этого груза.



Для поднятия груза на высоту 1 метр необходимо протянуть через ролик 1 метр веревки.

Подвижный ролик



Конец веревки закреплен на станции. Груз подвешен на веревке при помощи **подвижного** ролика.

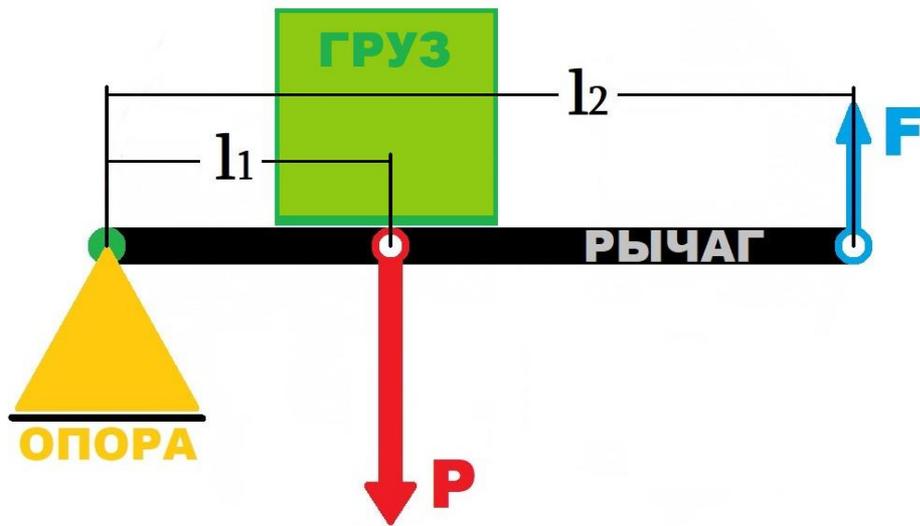
Для поднятия груза требуется усилие в 2 раза меньшее, чем вес груза.

Для поднятия груза на 1 метр необходимо протянуть через ролик 2 метра веревки.

Правила полиспастов

- Выигрыш в усилиях дают только **подвижные** ролики системы, прикрепленные к грузу или к веревке, идущей от груза.
- **Неподвижные** ролики служат для изменения направления движения веревки и выигрыша в усилиях не дают.
- **Теоретический** выигрыш в усилиях равен проигрышу в расстоянии, т.е. скорости подъема груза.

Рычаг второго рода



$$P \cdot l_1 = F \cdot l_2$$

$$F = P \cdot \frac{l_1}{l_2}$$

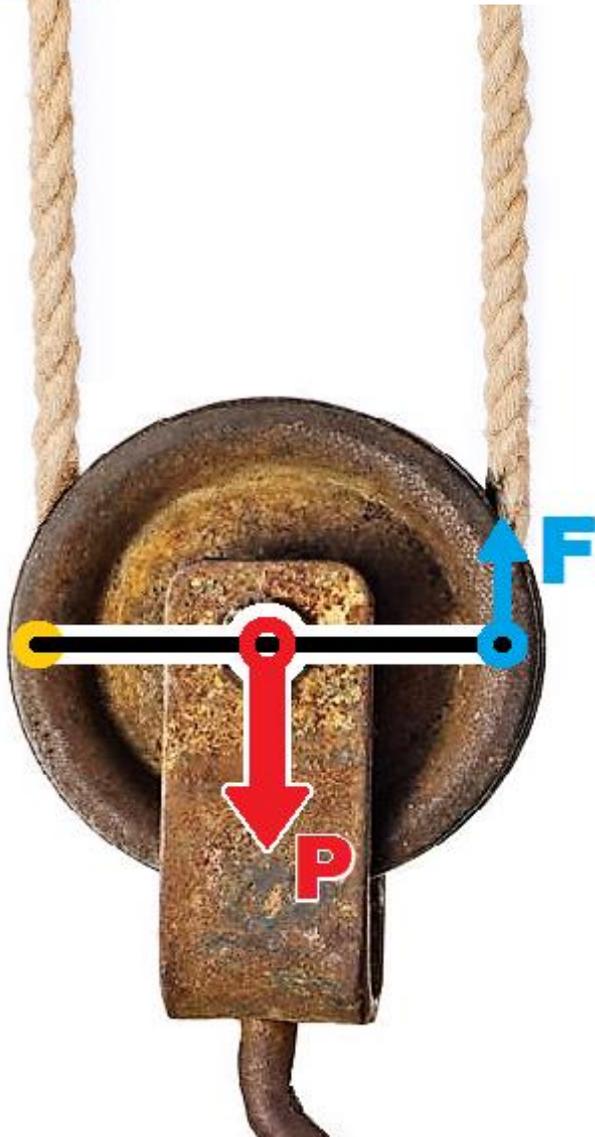


Рычаг второго рода

$$F = P \cdot \frac{l_1}{l_2}$$

$$l_1 = r \quad l_2 = D$$

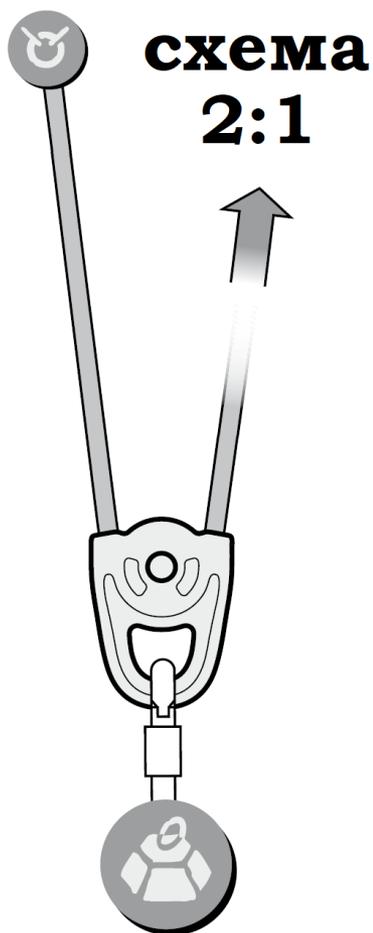
$$F = P / 2$$



Виды полиспастов

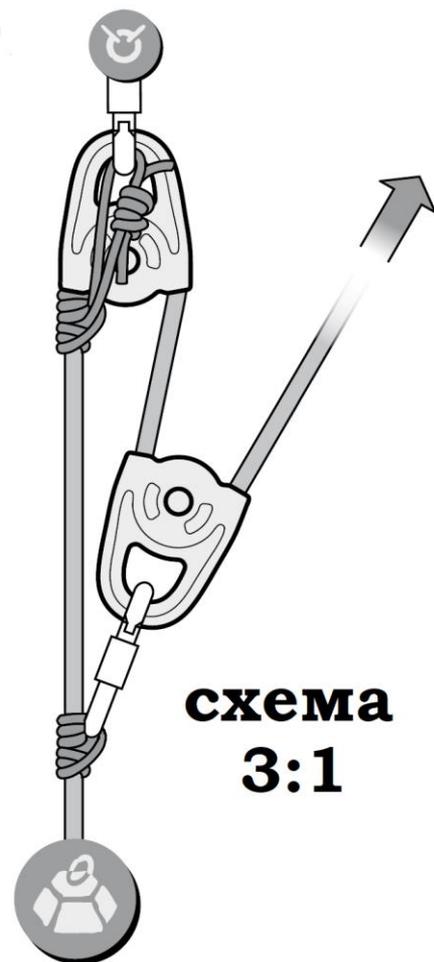
- **Простые** (параллельные) – последовательное чередование подвижных и неподвижных роликов в системе.
- **Сложные** (каскадные) – усилие передается с одного простого полиспаста на другой простой полиспаст (один простой полиспаст тянет другой простой полиспаст).
- **Комплексные** – подвижные ролики движутся навстречу друг другу.

Простые полиспасты

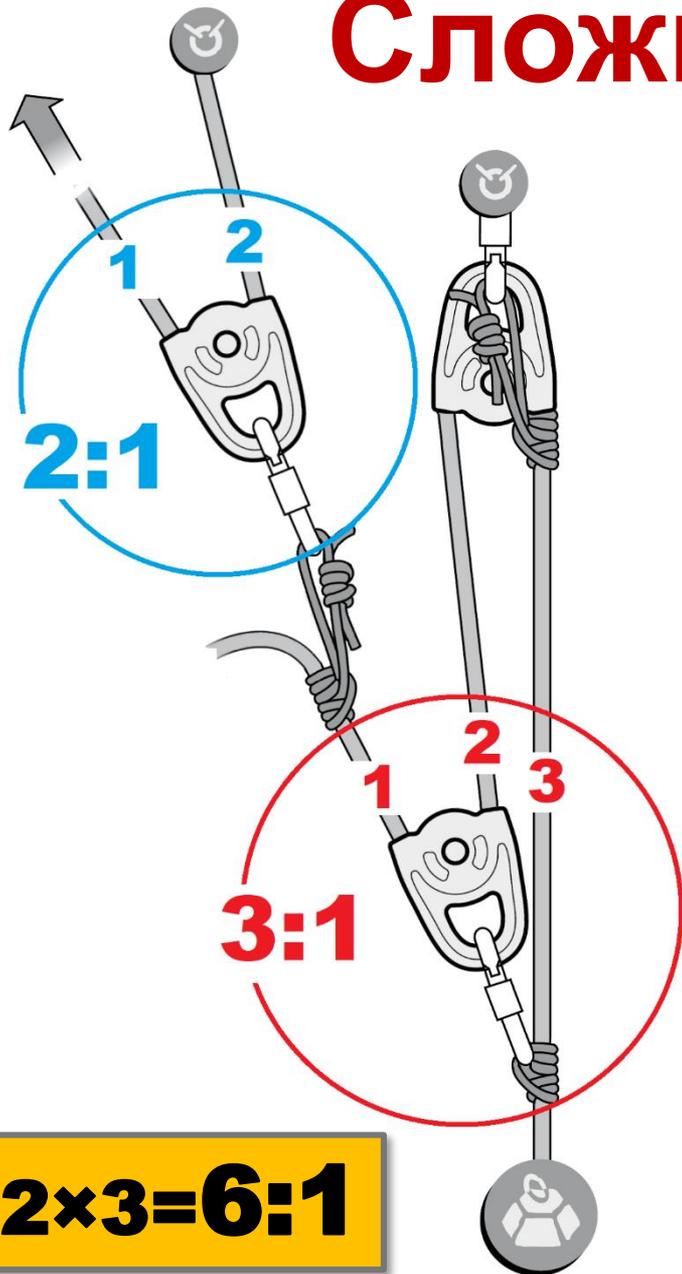


Простые полиспасты могут быть четными, либо нечетными.

Четность или нечетность зависит от места фиксирования конца грузовой веревки – на станции или на грузе.



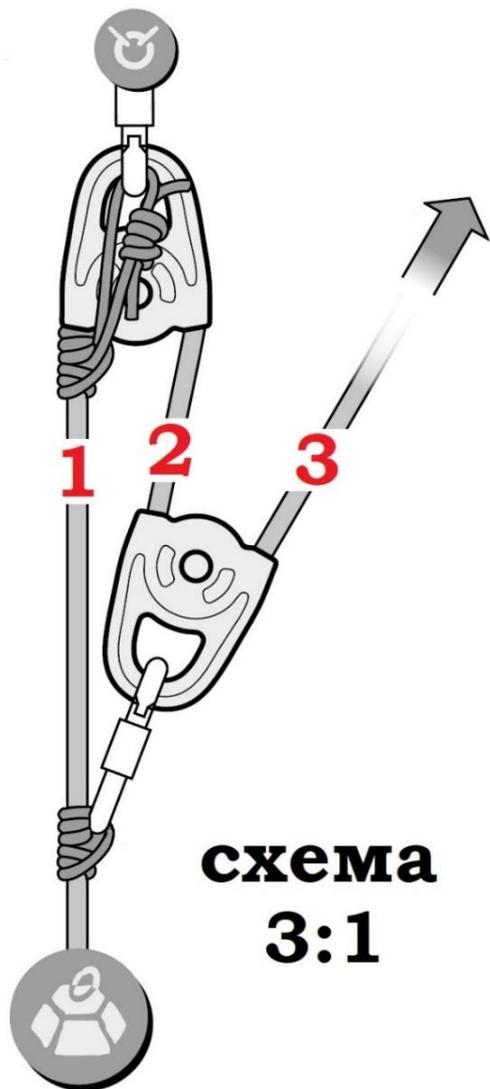
Сложные полиспасты



Сложный полиспаст – это система, в которой один простой полиспаст, тянет другой простой полиспаст.

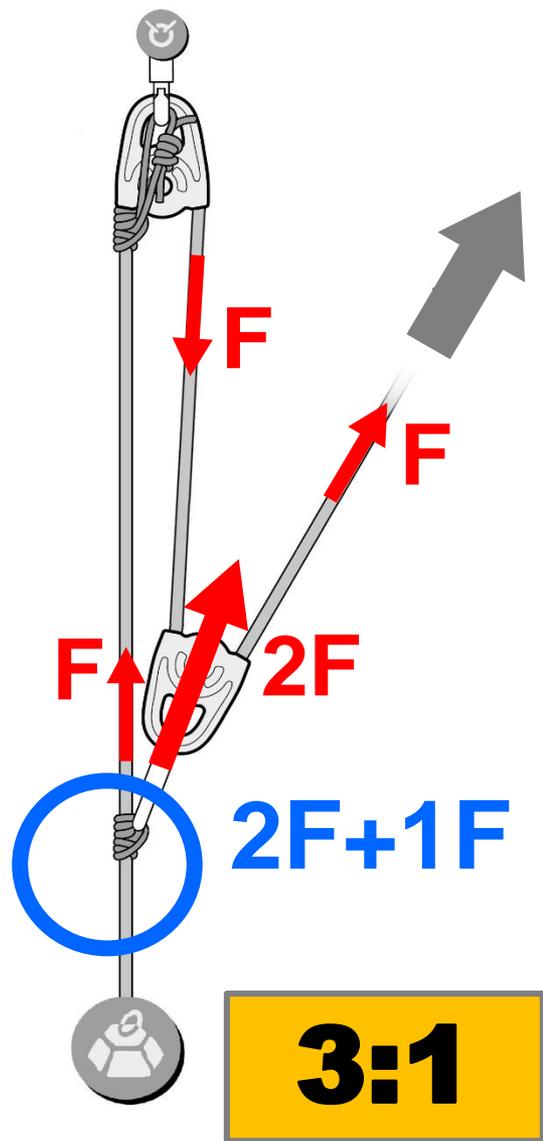
Таким образом могут быть соединены 2, 3 и более полиспастов.

Теоретический выигрыш



Чтобы определить теоретический выигрыш (кратность) простого полиспаста – достаточно посчитать количество ветвей веревки идущих вверх от груза (или от точки прикрепления подвижных роликов к грузовой веревке).

Метод расчета ТВ

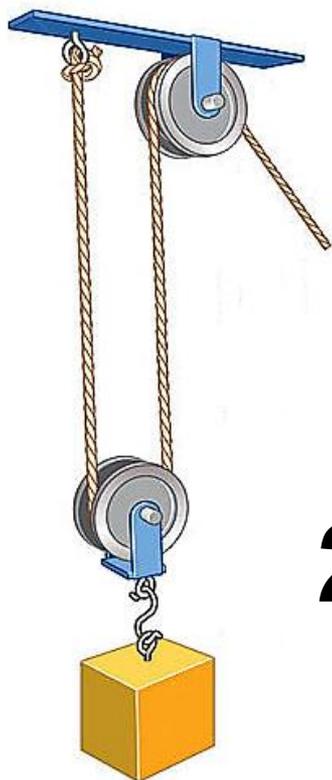


Если потерь на трение нет, то натяжение в каждой из ветвей полиспаста равно усилию, приложенному к ходовому концу веревки.

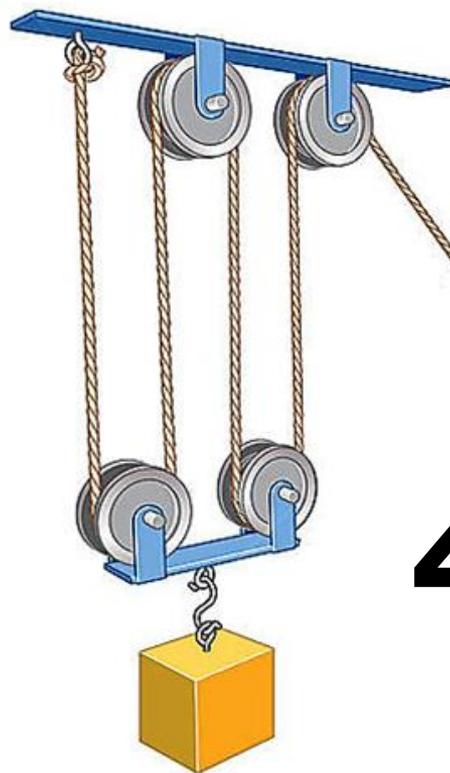
В точке крепления подвижного ролика суммарное усилие ролика – $2F$ складывается с усилием третьей пряди – $1F$.

Усилие на грузе – $3F$

Правила полиспастов

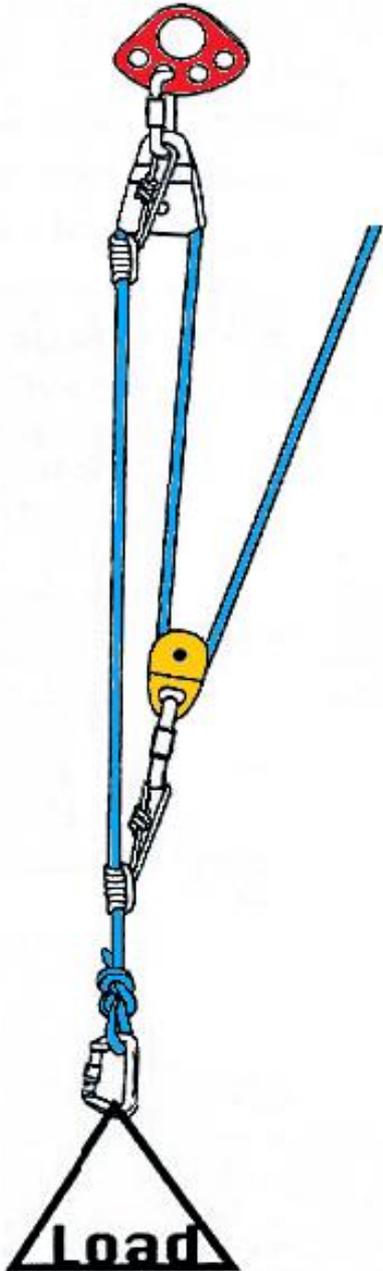


2:1

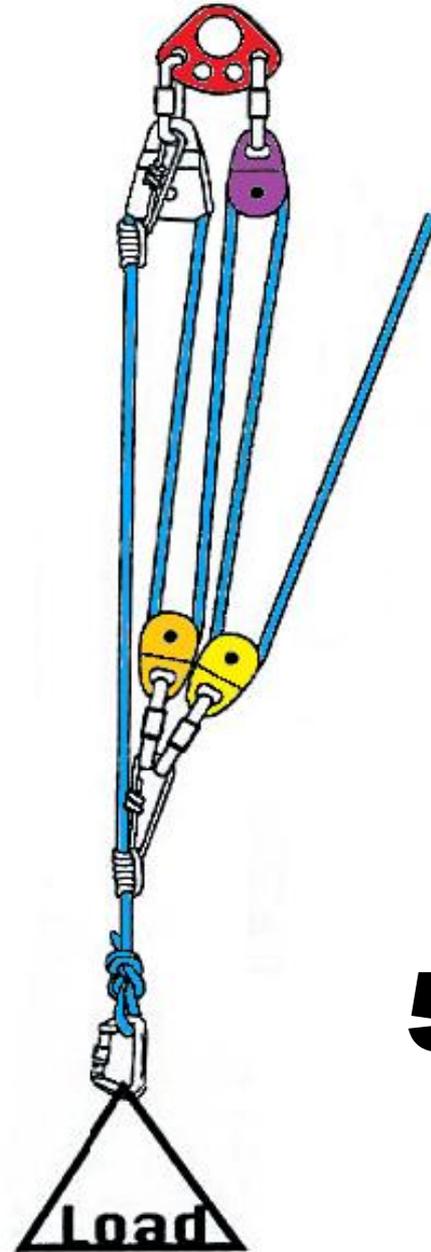


4:1

Дополнительный подвижный ролик увеличивает теоретический выигрыш простого полиспаста на два. И требует одного неподвижного...

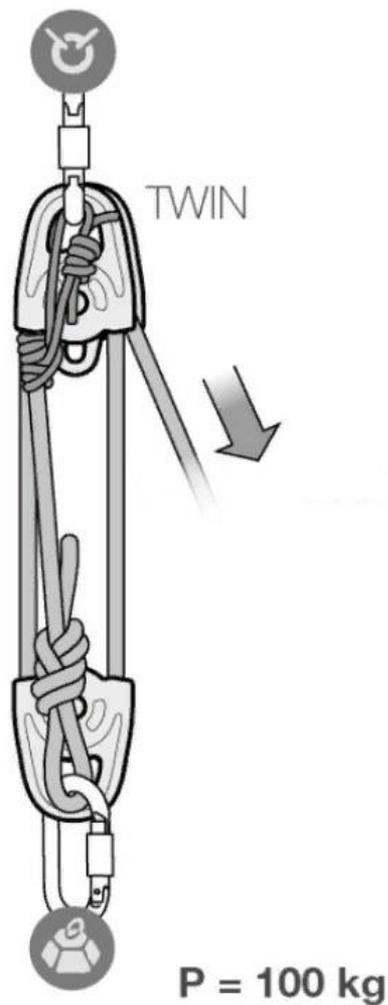
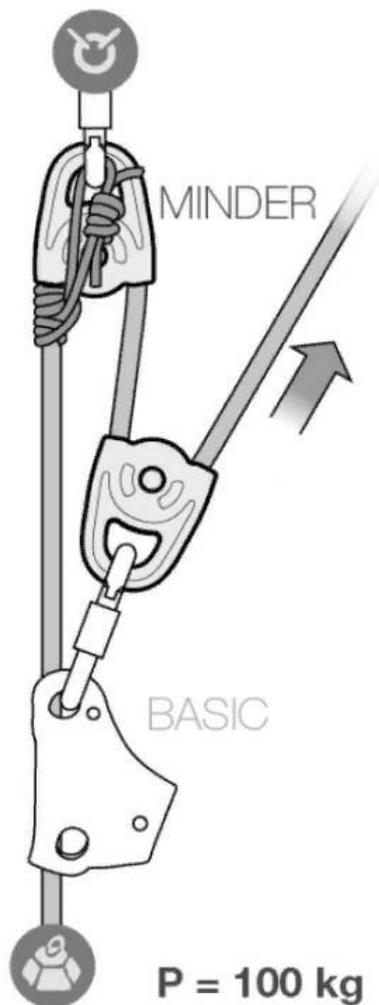


3:1



5:1

Вопрос:



Простые полиспасты

Преимущества:

- простота конструкции;
- самый быстрый подъем.



При этом:

- простые полиспасты большей кратности, чем 5:1, на практике не применяются;
- при использовании карабинов вместо роликов простой полиспаст с кратностью больше 4:1 – неэффективен.

Трение в полиспадах

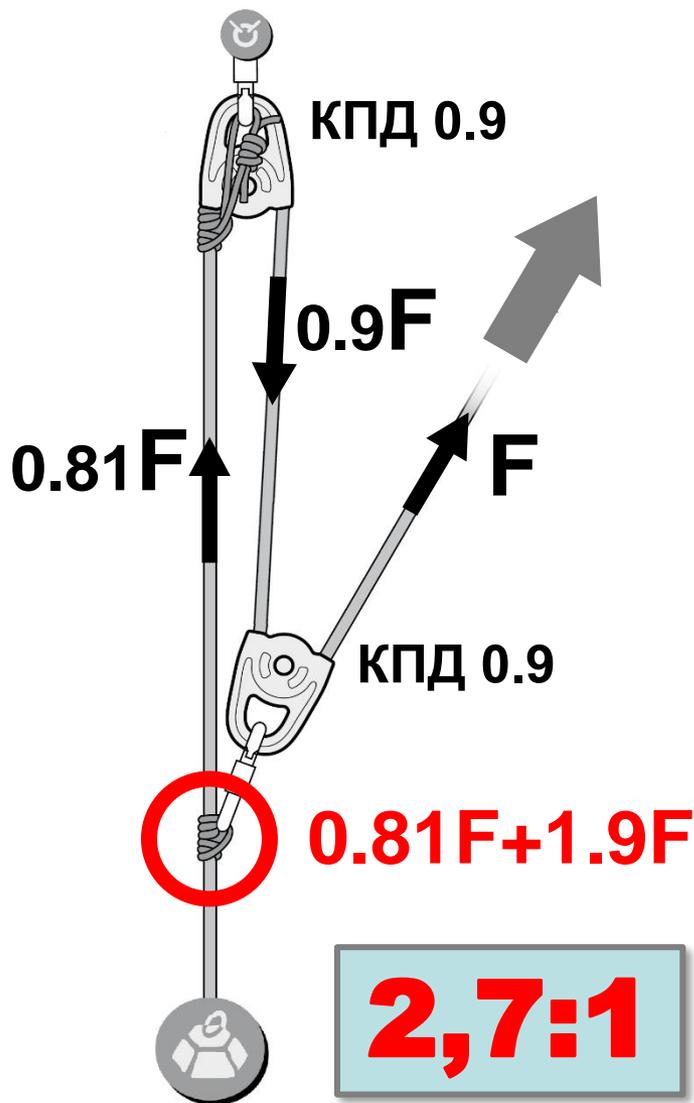
Потери на трение в полиспадах приводят к тому, что реальный фактический выигрыш в силе оказывается **значительно ниже** теоретического.

При этом: проигрыш в расстоянии (скорости подъема) – константа.

Потери на трение:

- ролики с подшипниками качения – 5-10%;
- ролики с подшипниками скольжения – 30%;
- при использовании карабинов – около 50%.

Расчет фактического выигрыша



В расчете ФВ полиспаста потери на трение учитывают путем уменьшения вклада каждой ветви в соответствии с КПД подвижного элемента.

ФВ трехкратного полиспаста из 2-х роликов с высоким КПД составит **2,7:1**

ФВ такой же системы, но с 2-мя карабинами – **1,75:1**

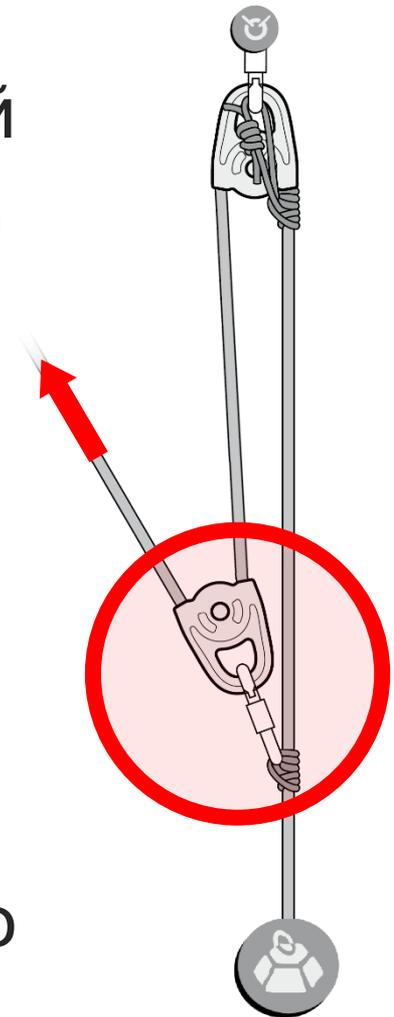
Минимизация трения

- Оптимальным образом размещать полиспасть на рельефе для уменьшения потерь на трение о поверхность и перегибы.
- Использовать ролики в подвижных узлах полиспаста.
- Применять оптимальную конструкцию полиспаста с учётом имеющейся элементной базы.

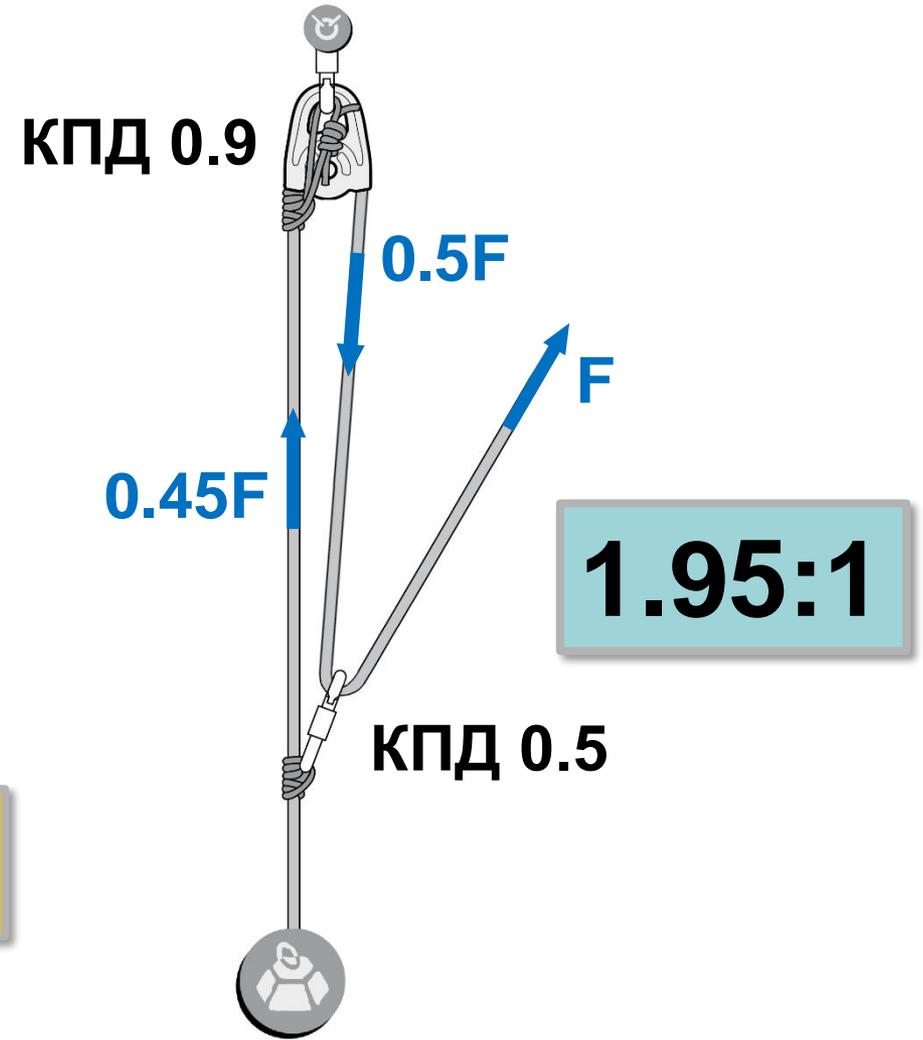
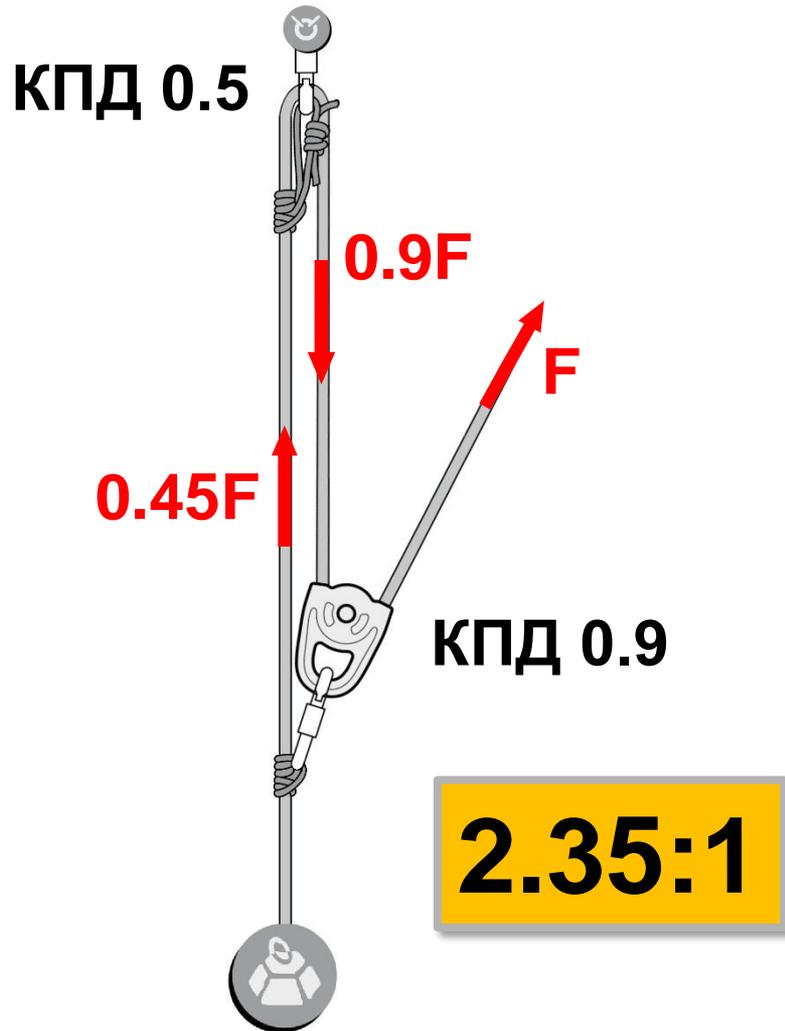
Использование роликов

Даже один ролик, расположенный в системе оптимальным образом, существенно повышает её эффективность.

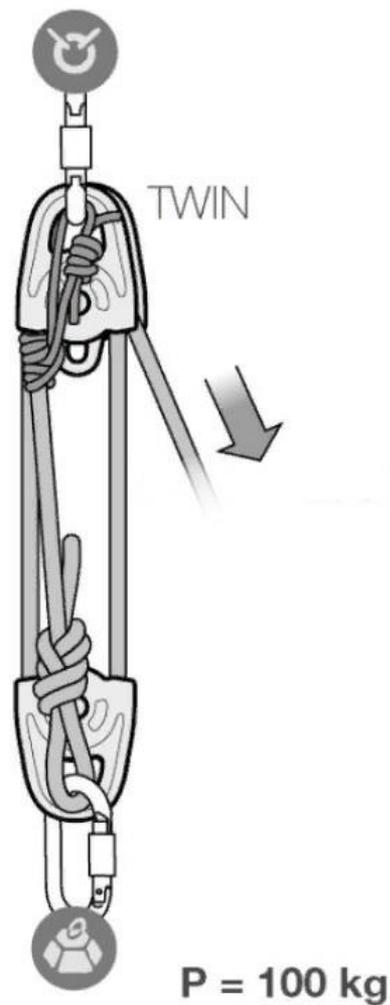
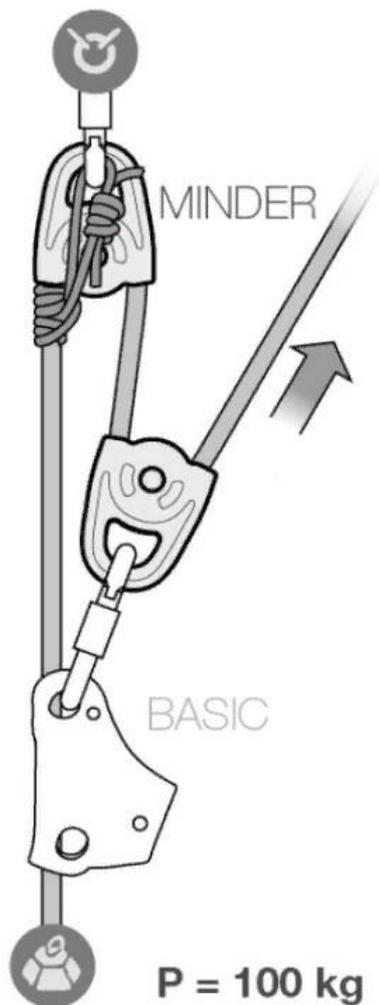
Наибольший эффект будет достигнут если расположить ролик с наибольшим КПД в качестве первого подвижного элемента (считая от выбираемого конца).



Использование роликов



Вопрос:



Элементы системы

- **подъемная веревка** (статическая веревка);
- **станция** в точке подъема (избыточность прочности, максимизация рабочей длины полиспаста, минимизация трения о рельеф);
- **система торможения** (фиксирующий узел) – фиксирует подъемную веревку на станции, удерживая груз от возвращения в исходное состояние;
- **подвижный элемент системы** (тянущий узел) – элемент полиспаста создающий выигрыш в силе.

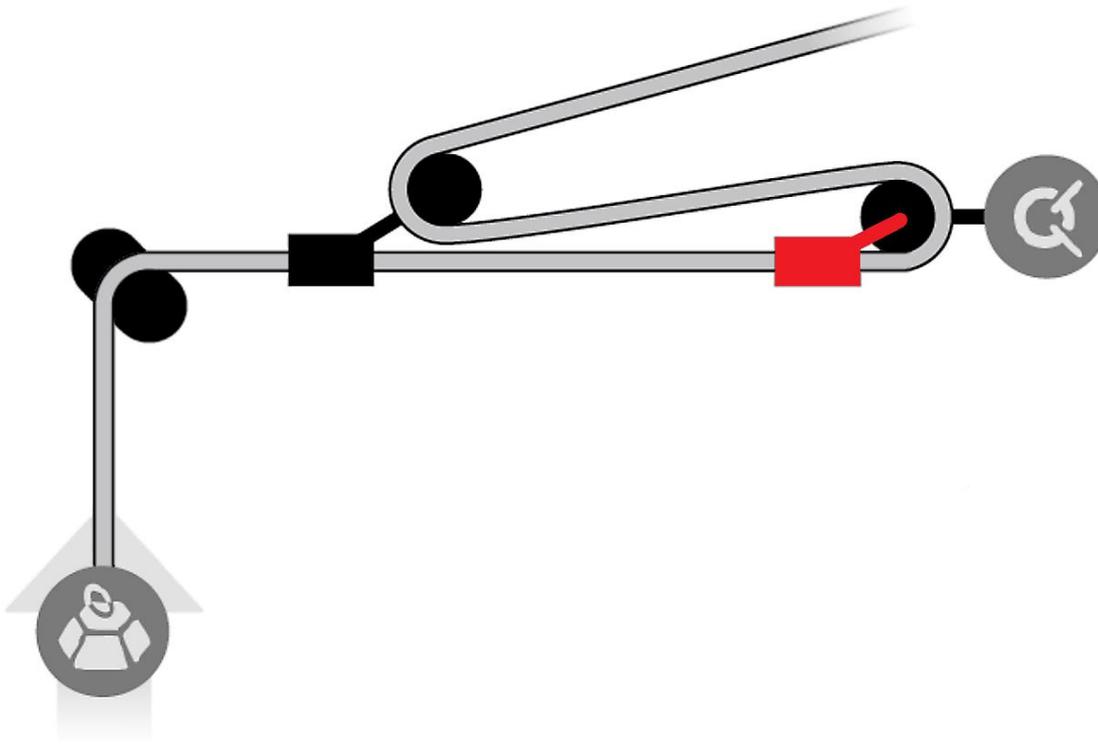
Простой полиспаст 3:1



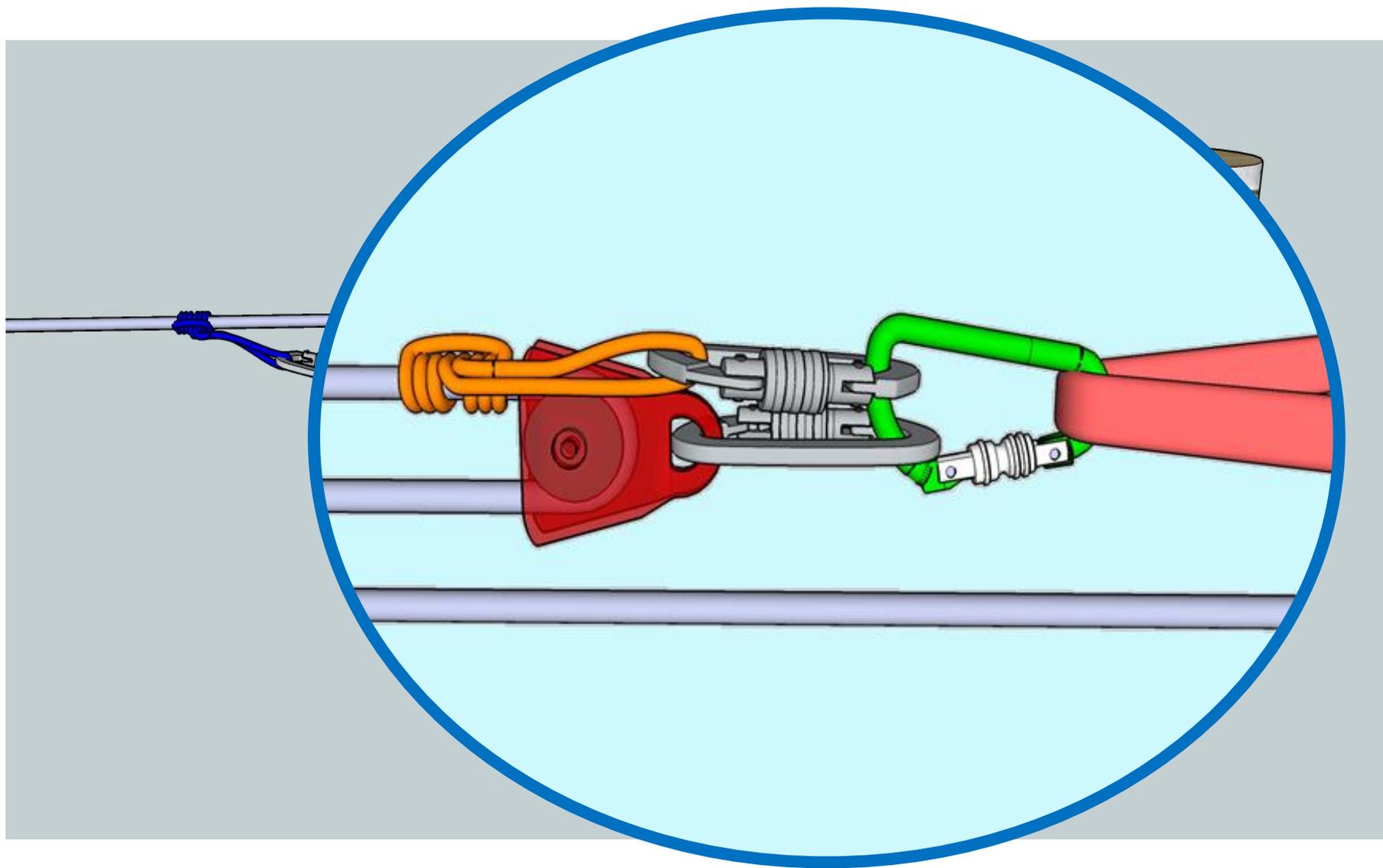
- Рабочая станция?
- Подвижный элемент?
- Система торможения?

Термины

- **Рабочая длина** – это расстояние между системой торможения полиспаста и первым схватывающим узлом системы (т.е. узлом ближайшим к грузу).



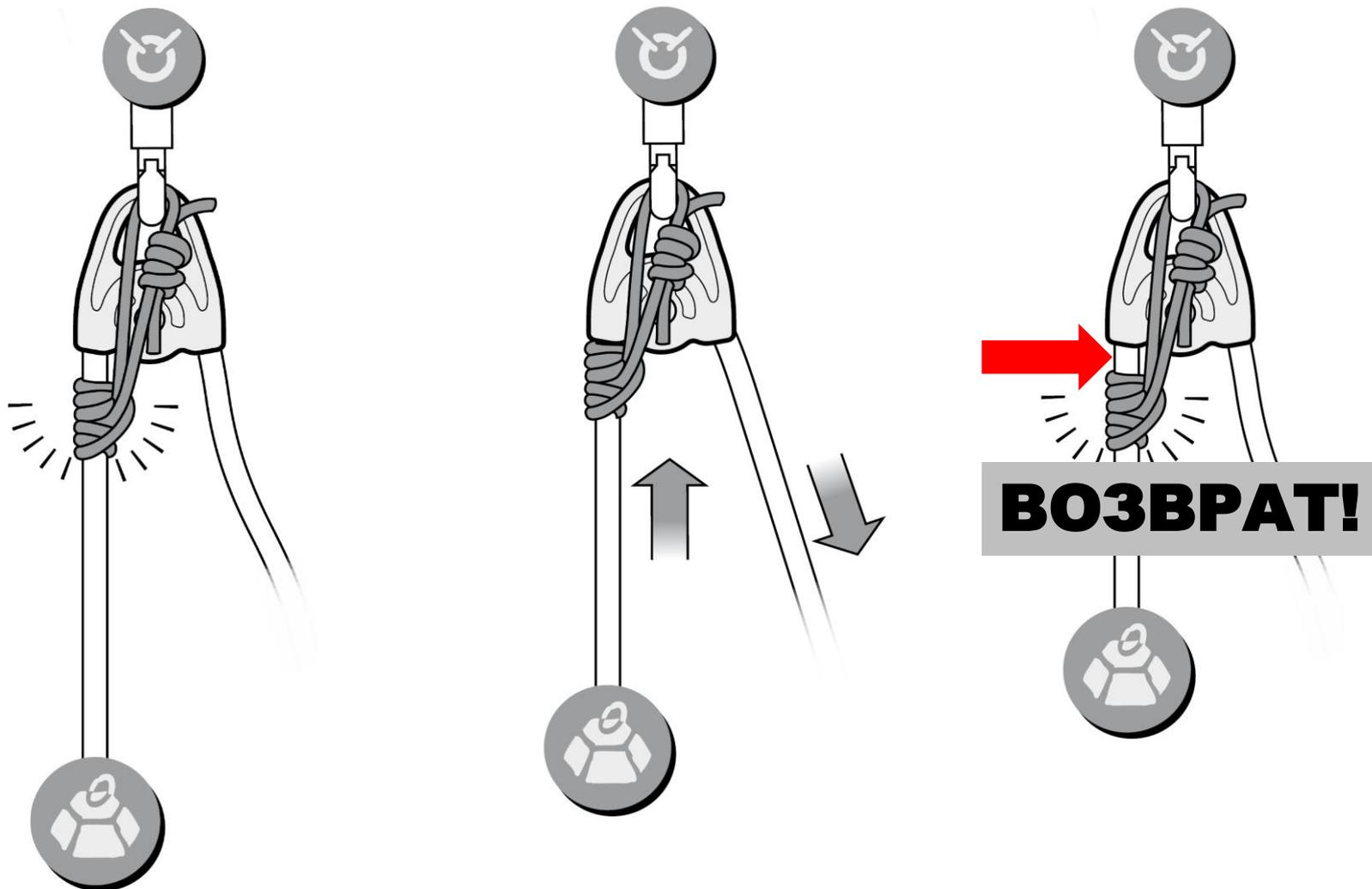
Простой полиспасть 3:1



Система торможения



Работа прусик-блока



PETZL MICRO TRAXION

КПД 91%

Вес 85 гр.

Рабочая нагрузка

ролика $2,5 \text{ кН} \times 2 = 5 \text{ кН}$

блок-зажима: $2,5 \text{ кН}$

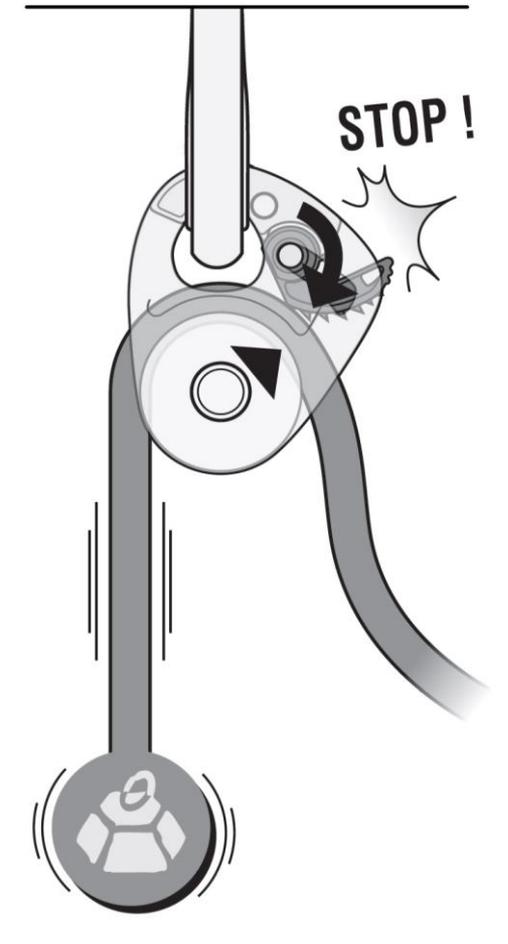
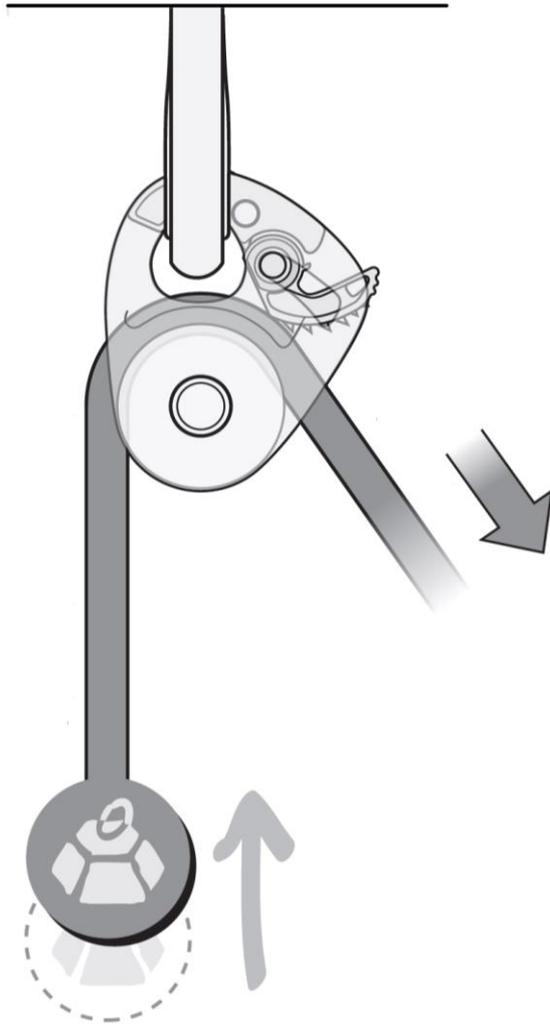
Разрушающая нагрузка

ролика $7,5 \text{ кН} \times 2 = 15 \text{ кН}$

блок-зажима 4 кН



PETZL MICRO TRAXION

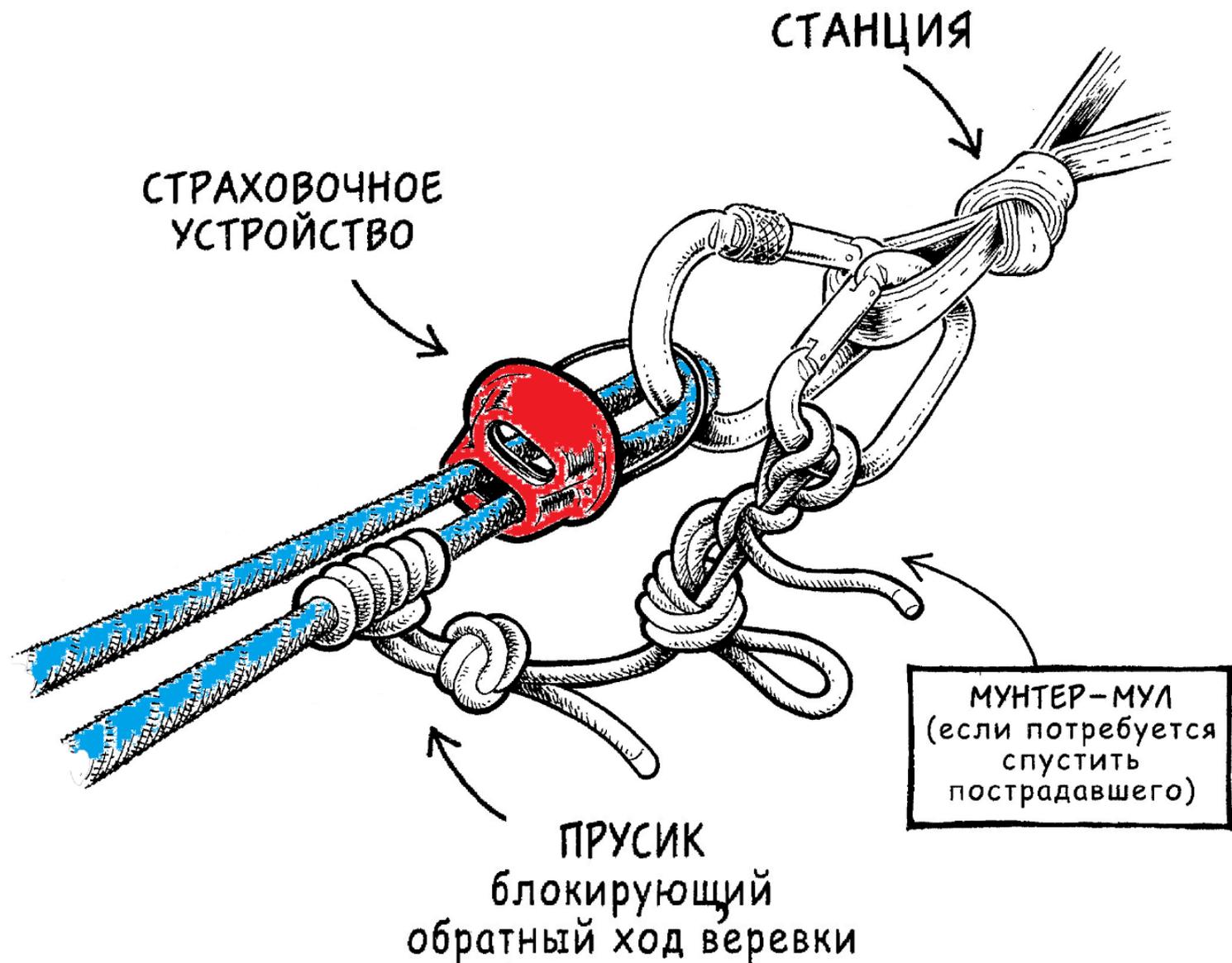


Система торможения

- Гри-гри



Система торможения



Система торможения



- «Реверсо»
в блокирующем режиме

Подвижные элементы



Крепление подвижных элементов

Схватывающий узел:

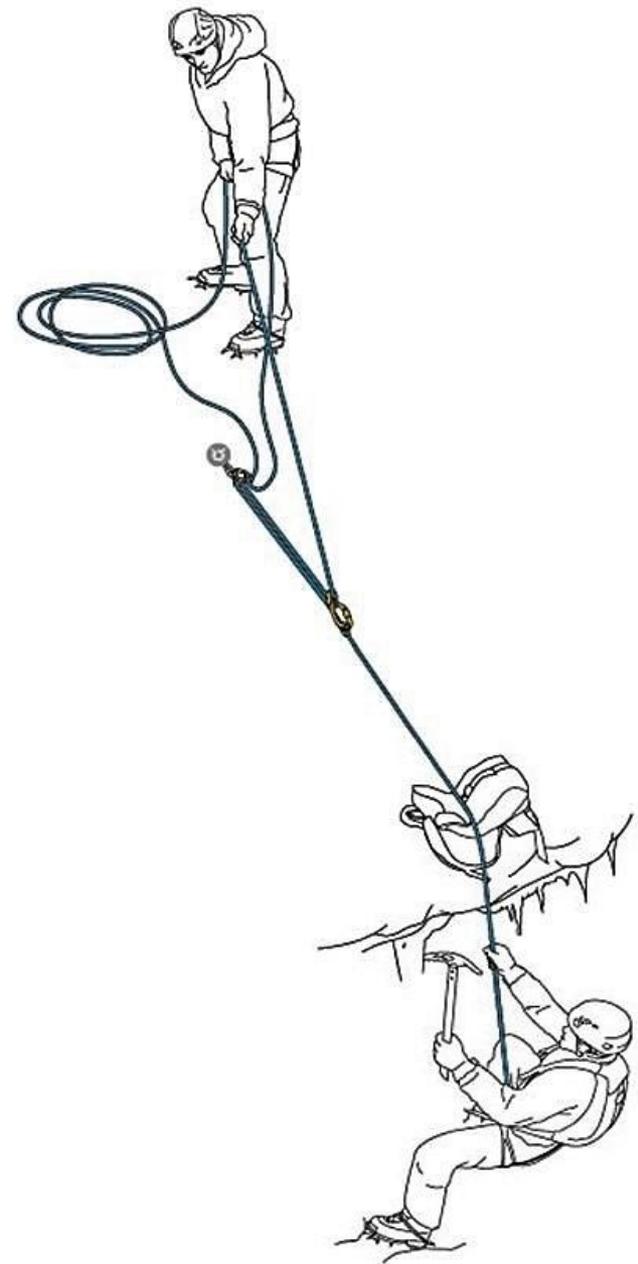
- удобно в использовании;
- безопасно для грузовой веревки;
- **длина репшура должна быть минимальна;**
- при разрушении опасность «выстреливания».

Веревочные зажимы:

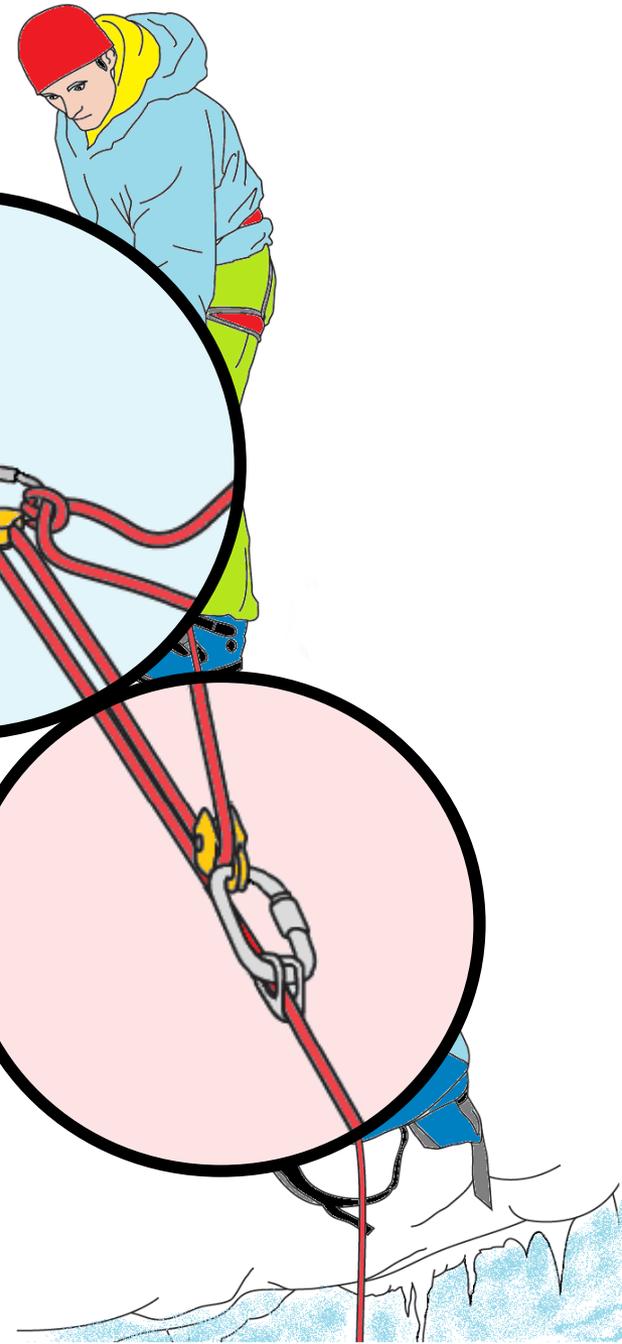
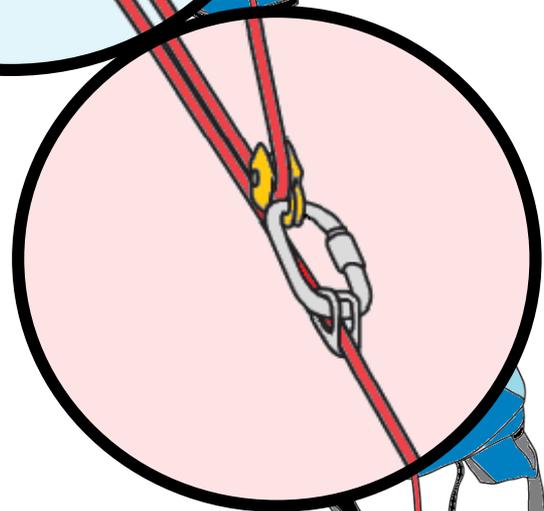
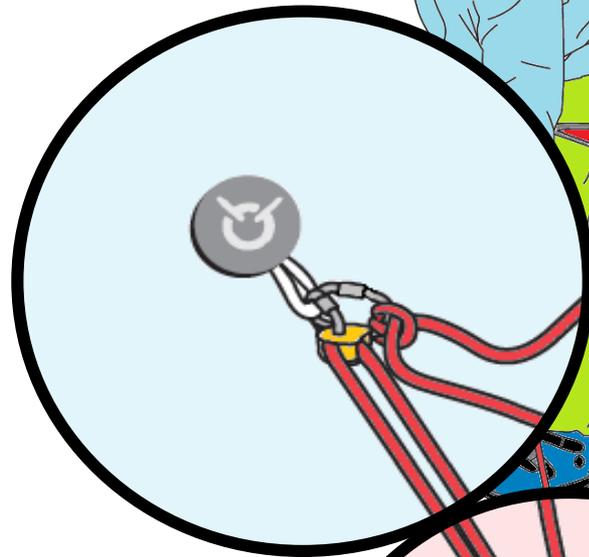
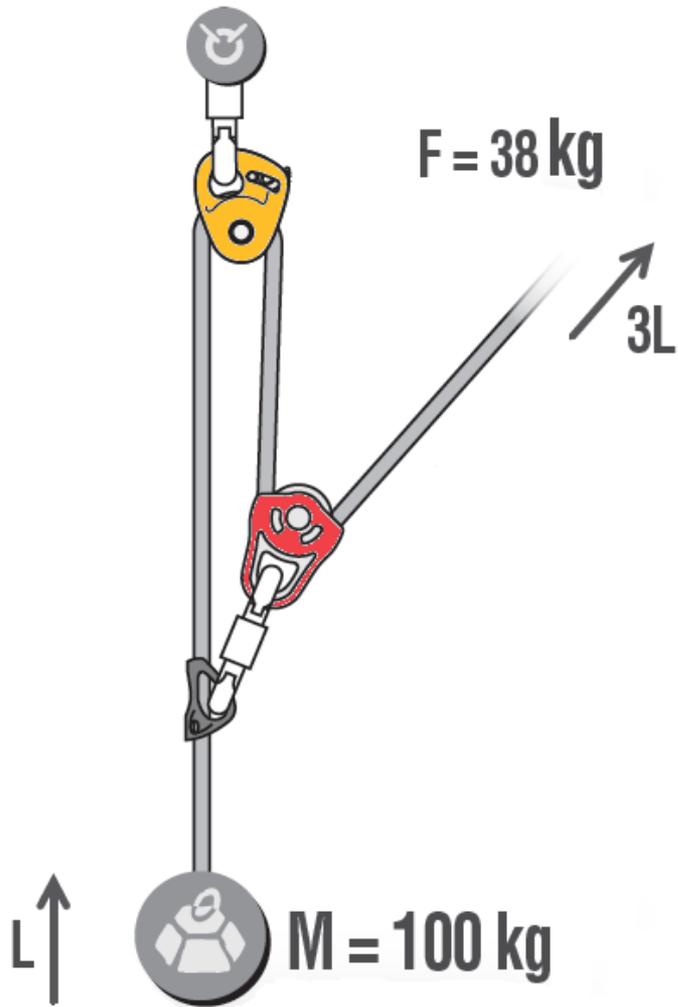
- очень удобно в использовании;
- опасность разрушения грузовой веревки.

Крепление подвижных элементов





Подъём из трещины



Порядок организации полиспаста 3:1

1. Организуем станцию.
2. Закрепляем слегка натянутую грузовую веревку на станции узлом стремя (на отдельный карабин встегнутый в мастер).
3. Наматываем схватывающий узел (узел прусика в 3 оборота) на грузовой веревке и организуем элемент фиксирующей системы.
4. Организуем редирект грузовой веревки на карабине или ролике.
5. Выстегиваем стремя из станции, снимаем освободившийся карабин.
6. Наматываем второй схватывающий узел для крепления подвижного элемента (ролик или карабин) и организуем тянущий узел.

Простой полиспаст 2:1 («длинный блок» или «удочка»)

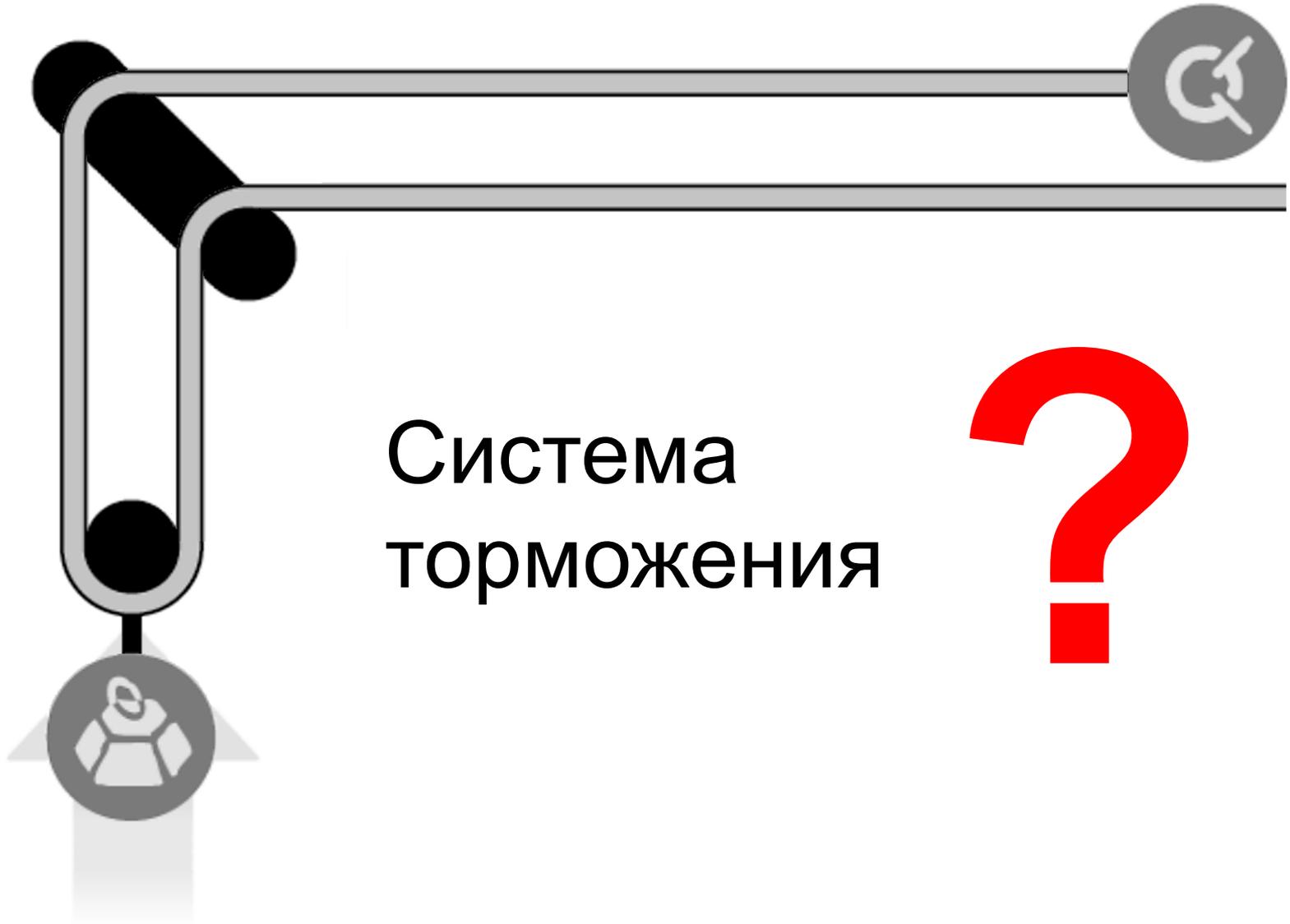
Плюсы:

- максимальная скорость подъема;
- максимальная рабочая длина и никаких перестановок;
- **минимальное трение о рельеф.**

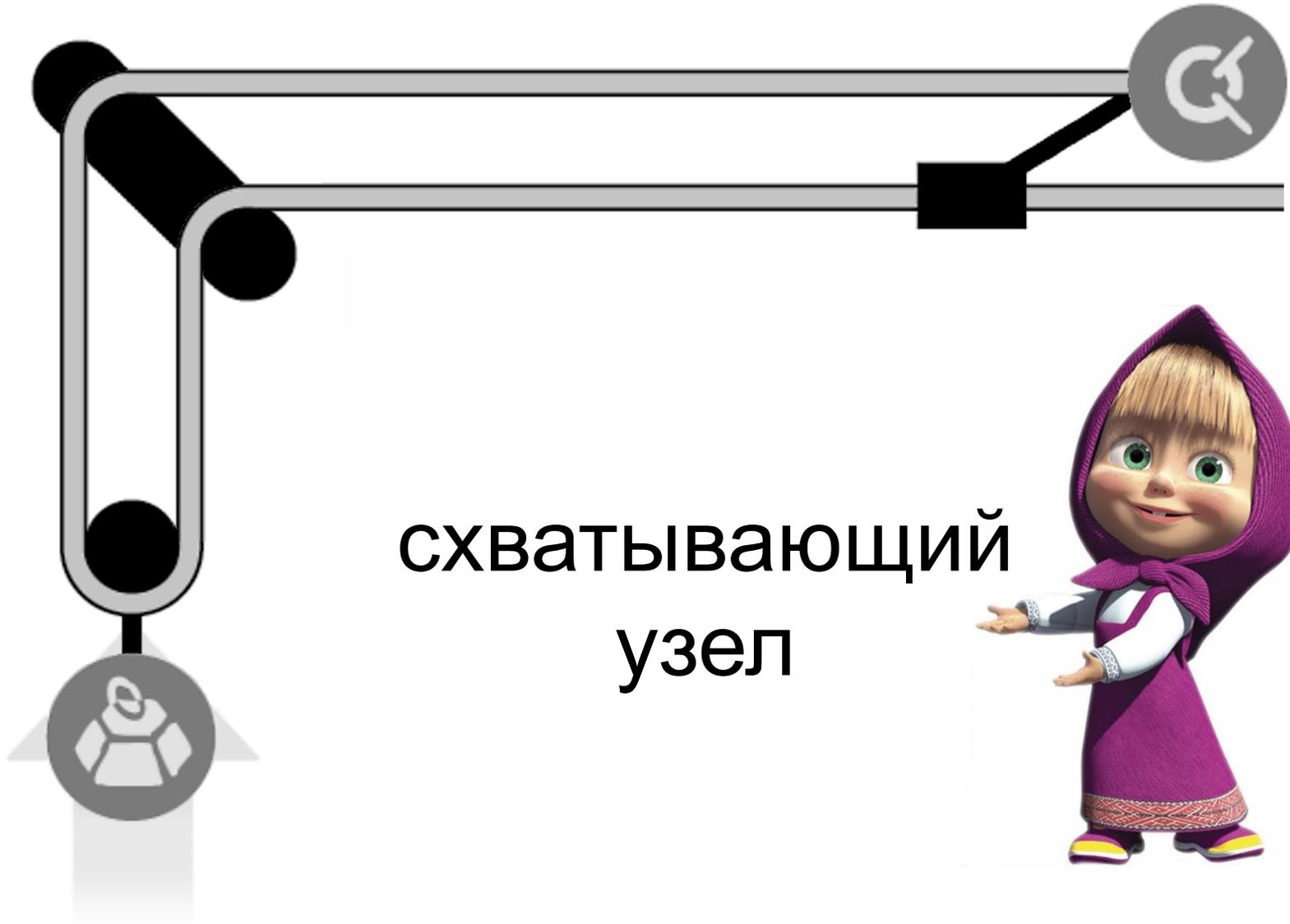
Минусы:

- минимальная кратность;
- требует двойной длины веревки;
- сложная система торможения.

Система торможения 2:1

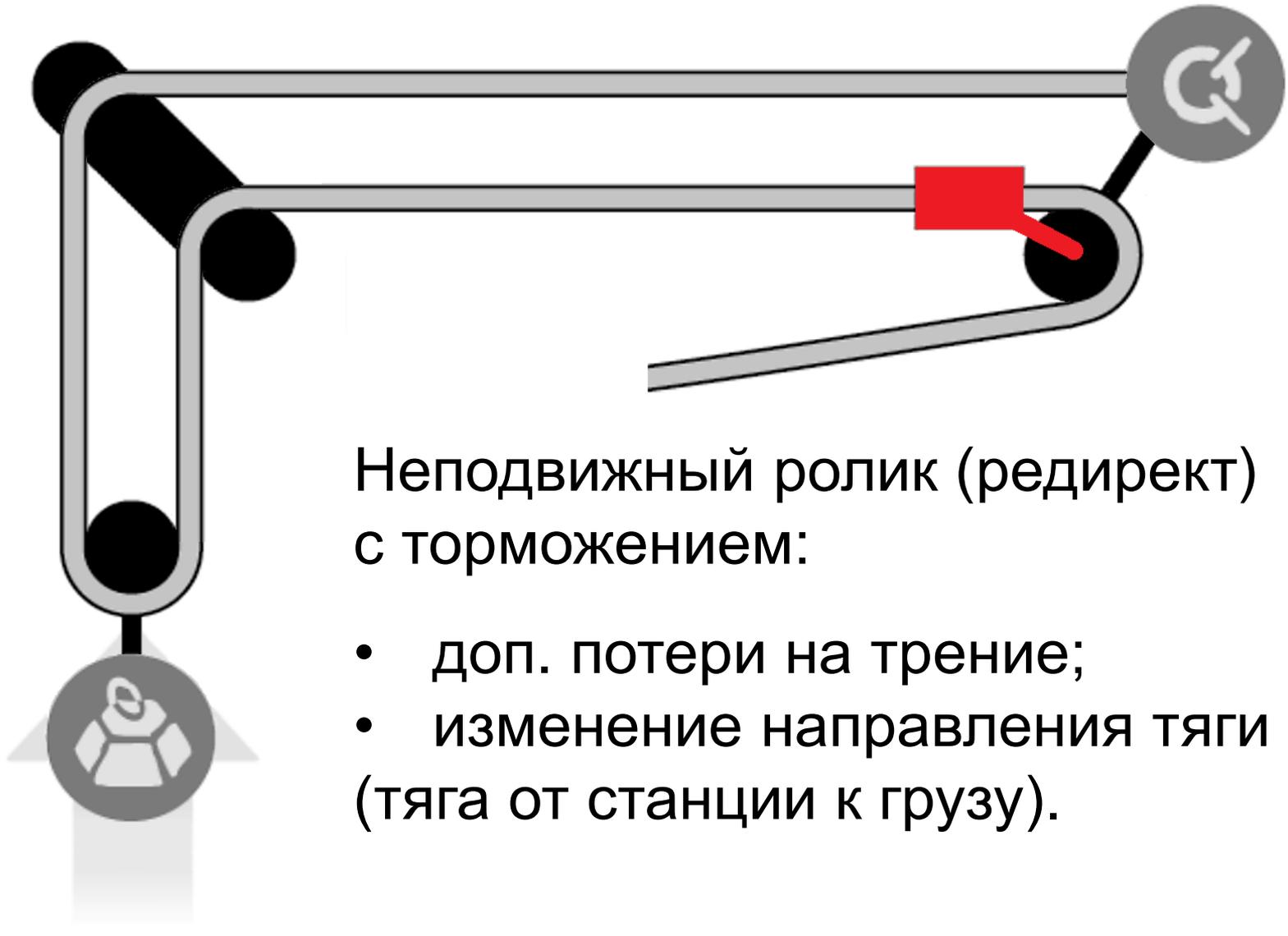


Система торможения 2:1



схватывающий
узел

Система торможения 2:1



Неподвижный ролик (редирект) с торможением:

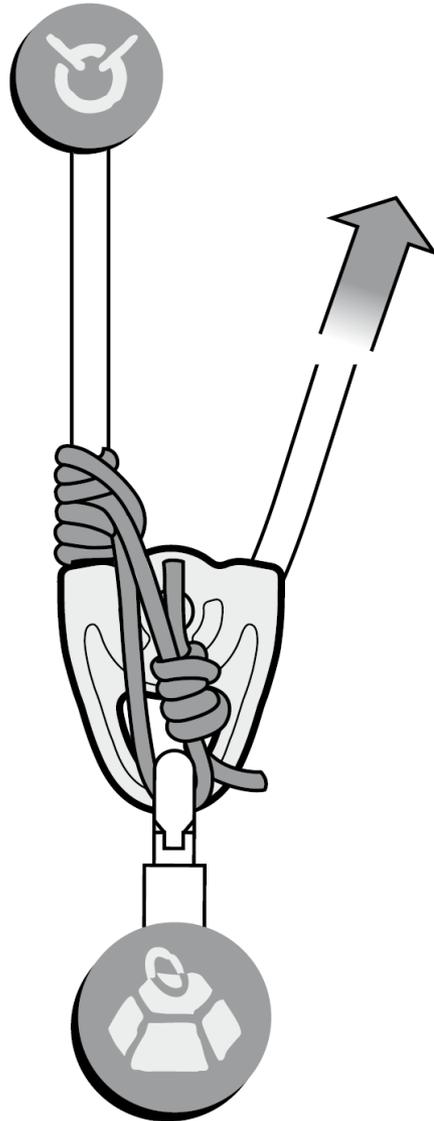
- доп. потери на трение;
- изменение направления тяги (тяга от станции к грузу).

Система торможения 2:1



Тормозящая система
на подвижном ролике.

Система торможения 2:1



Тормозящая система на подвижном ролике.



Правила безопасности

Полиспасты создают значительные усилия, поэтому используя их необходимо помнить:

- Для подъема 1 чел., используется веревка статическая 10мм, репшнуры 7мм.
- Для подъема 2х чел., используется веревка статическая 11мм, репшнуры 8мм.
- Тянуть полиспаст нужно плавно, без рывков.

Правила безопасности

- **Фактор тяги** (кратность полиспаста умноженная на количество тянущих лиц): для подъема человека не более 18-ти, для натяжения переправ – не более 12-ти.
- Если при каком-то нарушении в работе подается команда «стоп» – движение немедленно останавливается до устранения нарушений.
- По возможности не находиться на пути «выстреливания» частей полиспаста при его разрушении.



КРУПНЕЙШИЙ ВЫБОР АЛЬПИНИСТСКОГО СНАРЯЖЕНИЯ

Москва, ул. Сайкина, д.4
доставка по России
sport-marafon.ru



ПУТЕШЕСТВИЯ ПО ЛЕДНИКАМ

ПУТЕШЕСТВИЯ ПО ЛЕДНИКАМ

Практическое руководство
для альпинистов и фрирайдеров



автор текста **Энди Тайсон**

иллюстрации от **Майка Клиланда!**

Тайсон – Клиланд

Ваши ВОПРОСЫ?

- <https://clck.ru/LueXH>

