

Муниципальное автономное общеобразовательное
учреждение
средняя общеобразовательная школа №9

Использование простых механизмов при постройке дома

Исполнитель:
обучающийся 11А класса
Гуляев Егор Дмитриевич
Руководитель:
учитель физики
Синцова Елена Ивановна

Нижний Тагил
2021

Оглавление:	
Введение.....	3
I. Теоретическая часть.....	3
1.1. Из истории простых механизмов.....	4
1.2. Условия равновесия простых механизмов.....	4
1.3. Наклонная плоскость (история наклонной плоскости, движение по наклонной плоскости, выигрыш в силе).....	5
1.4. Рычаг (история рычага, принцип действия рычага, рычаг первого и второго рода, выигрыш в силе).....	7
1.5. Блок (разновидности блоков, история блоков, принцип действия блоков, комбинации блоков, «Золотое правило» механики для блоков).....	10
1.6. Винт (общие сведения, история винта, принцип действия винта, виды винтов, выигрыш в силе).....	15
1.7. Лебёдка (общие сведения, история лебедки, виды лебёдок, требуемая сила).....	20
II. Практическая часть.....	24
2.1. Простые механизмы, которые использовались при постройке дома.....	24
2.1.1. Лом.....	24
2.1.2. Гвоздодёр.....	25
2.1.3. Наклонная плоскость.....	26
2.1.4. Винт.....	26
2.1.5. Топор.....	27
2.2. Простые механизмы в составе сложной техники.....	27
2.2.1. Подъёмный кран.....	27
Заключение.....	28
Список использованных источников.....	29
Приложение	

Введение.

В глубокой древности для подъема тяжестей человек стал применять простые механизмы: рычаг, ворот и наклонную плоскость. Позже к ним прибавились еще блок и винт. Эти несложные приспособления позволяли многократно увеличить мускульные усилия человека и справиться с такими тяжестями, которые при других обстоятельствах были бы совершенно неподъемными.

Простые механизмы — это механические устройства, изменяющие направление или величину силы.

Простые механизмы мы использовали для постройки дома, поэтому тема для меня стала актуальной.

Но в теоретических закономерностях рассматриваются идеальные механизмы, а на практике они имеют вес, размер, используются в условиях трения. Поэтому я поставил перед собой *цель: рассмотреть использование простых механизмов в реальных условиях.*

Задачи:

- ознакомиться с теорией простых механизмов;
- найти исторические факты использования;
- выявить виды простых механизмов, которые использовались при строительстве дома;
- рассмотреть комбинации блоков в подъёмном кране;
- рассмотреть принцип действия лебёдки;
- рассмотреть работу винтов в реальном устройстве;
- рассчитать выигрыш в силе, который дают реальный и идеальный рычаги, и сравнить результаты;
- рассчитать КПД наклонной плоскости идеальной и реальной и сравнить результаты.;
- сделать выводы по результатам работы;

Объект исследования: простые механизмы;

Предмет исследования: использование простых механизмов при постройке дома.

Гипотеза: практически все известные простые механизмы используются сегодня, но их характеристики в реальных условиях отличаются от идеальных.

I. Теоретическая часть.

1.1. Из истории простых механизмов

Идея простого механизма возникла у древнегреческого учёного Архимеда, который изучал архимедовы простые механизмы: рычаг, блок, винт. Позднее другие греческие учёные описали классические (без наклонной плоскости) пять механизмов, и смогли вычислить их механический выигрыш.

Лишь позже, в эпоху Возрождения, инженеры смогли получить механическое преимущество наклонной плоскости, и она была включена в список к другим простейшим механизмам.

Классические правила для трения скольжения в машинах были открыты Леонардо да Винчи (1452—1519), но они не были опубликованы и просто задокументированы в его записных книжках и основывались на доньютоновской науке, такой как вера в трение как эфирную жидкость. Они были вновь открыты Гийомом Амонтоном (1699 г.) и получили дальнейшее развитие Шарлем-Огюстеном де Кулоном (1785 г.).

В наше время выделяют несколько простых механизмов. Все простые механизмы основаны на двух основных - наклонной плоскости и рычаге- и представляют собой их различные модификации. Так, клин и винт представляют собой вариации наклонной плоскости; блок, безмен, лебёдка, ворот- вариации рычага.

1.2. Условия равновесия тел.

Статика – раздел физики, изучающий условия равновесия тела или системы тел.

Равновесие тела – это состояние покоя или равномерного прямолинейного движения тела.

Абсолютно твёрдое тело – тело, у которого деформации, возникающие под действием приложенных к нему сил, пренебрежимо малы.

Изучая простейшие механизмы, у многих возникает вопрос о том, при каких общих условиях каждое отдельно взятое тело или система тел могут находиться в состоянии покоя или равномерного движения в выбранной нами инерциальной системе отсчёта.

1)Тела могут совершать поступательные движения. Второй закон Ньютона говорит, что сохранение покоя или равномерного прямолинейного движения у тела

возможно, если сумма всех сил, действующих на тело, равно нулю. Поэтому первое условие равновесия тел можно сформулировать так:

тело будет находиться в равновесии, если сумма все действующих на него сил равна нулю.

2) Векторная физическая величина, характеризующая действие силы на механический объект, которое может вызвать его вращательное движение, называется момент силы.

Момент силы считают равным произведению модуля силы на её плечо:

$M=F \cdot l$, где M - момент силы, F - сила, l -плечо силы.

Если на тело будет действовать несколько сил и они действуют по отдельности, то они вызывают вращение тела, но, если эти силы заставить действовать вместе, можно будет подобрать их так, что рычаг будет в равновесии. При этом окажется, что равновесие наступит только тогда, когда моменты сил станут равны друг другу по модулю и противоположны по знаку.

$$M_1 + M_2 = 0$$

Тела могут совершать вращательные движения. Вращательные движения не будут возникать тогда, когда сумма моментов сил равна нулю. Поэтому второе условие равновесия тел, запрещающее вращательные движения, гласит:

тело будет находиться в равновесии, если сумма моментов сил, действующих на него, равна нулю.

При равновесии оба эти условия должны выполняться одновременно. Эти условия являются основой для расчёта равновесия тел, устойчивости конструкций, для расчёта машин и механизмов, работающих в условиях не только покоя, но и равномерного движения.

Непосредственным следствием этих условий является «золотое правило механики»: сколько выигрывается в силе, столько проигрывается в расстоянии.

1.3 Наклонная плоскость

Наклонная плоскость является простым механизмом, который используют для того, чтобы сэкономить силу при вертикальном перемещении различных грузов. Чем большим является отношение длины наклонной плоскости к её высоте, тем больше экономия в силе.

В эпоху Возрождения динамика механических сил, как назывались простейших механизмов, начала рассматриваться с точки зрения того, насколько далеко они могут поднять груз, в дополнение к силе, которую они могут приложить, что в конечном итоге привело к новой концепции механической работы. В 1586 году фламандский инженер Симон Стевин получил механическое преимущество наклонной плоскости, и она была включена в другие простейшие механизмы.

Учёные считают, что при строительстве храмов египтяне транспортировали, поднимали и устанавливали колоссальные обелиски и статуи, вес которых составлял



десятки и сотни тонн. Все это можно было сделать, используя среди других простых механизмов наклонную плоскость. Главным подъемным приспособлением египтян была наклонная плоскость - рампа. Остов ramпы, то есть ее боковые стороны и перегородки. По мере роста пирамиды рампа надстраивалась. По этим ramпам камни тащили на салазках. Угол наклона ramпы был очень незначительным - 5 или 6 градусов.

Рис.1 Колонны древнего египетского храма



Рис.2. Использование наклонной плоскости.

Каждую из этих огромных колонн рабы втаскивали по ramпе- наклонной плоскости. Когда колонна вползала в яму, через лаз выгребали песок, а затем разбирали кирпичную стенку и убирали насыпь. Таким образом, например, наклонная дорога к пирамиде Хафра при высоте подъема в 46 метров имела длину около полукилометра.

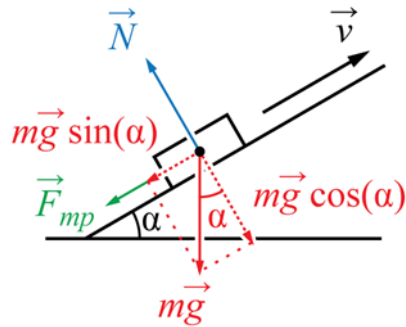


Рис.3. Расстановка сил на наклонной плоскости

N -сила реакции опоры; m -масса объекта; g - ускорение свободного падения; α - угол наклона плоскости; $F_{тр}$ - сила трения

- Уравнение второго закона Ньютона записываем так:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a},$$

Где $F_{тр} = \mu N$ при движении тела и $F_{тр} = mg \cdot \sin \alpha$ в покое.

- Проекции на оси:

$$OX: -F_{тр} - mg \cdot \sin \alpha = ma \quad (1)$$

$$OY: N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \quad (2)$$

- (1) и (2)- основные формулы для решения задач о наклонной плоскости.

Чтобы рассчитать выигрыш в силе для наклонной плоскости, нужно знать её длину (l) и её высоту (h). Если высота, на которую надо поднять груз, равна h , и при этом затрачивалась бы сила F_h , а длина наклонной плоскости l , и при этом затрачивается сила F_l , то l так относится к h , как F_h относится к F_l . Следовательно мы бы получили отношение: $\frac{l}{h} = \frac{F_h}{F_l}$. В данном уравнении F_h является весом (P) тела, помещённого на наклонную плоскость, а F_l является силой, которая поднимает груз (F).

1.4. Рычаг

Рычаг — простейший механизм, представляющий собой балку, вращающуюся вокруг точки опоры.

Рычаг относится к простейшим механизмам. Представляет собой жёсткую балку, имеющую возможность вращаться вокруг точки опоры (подвеса). Части балки от точки опоры до точки приложения сил, называют плечами рычага. Относительно точки опоры, места приложения сил могут быть по разные стороны (рычаг I рода) или с одной стороны (рычаг II рода).

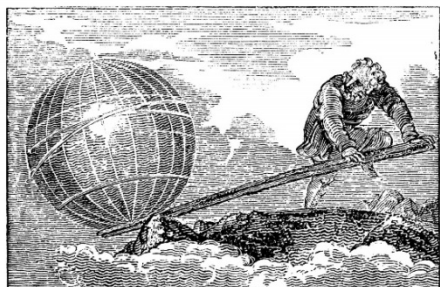


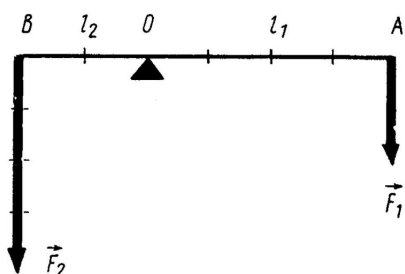
Рис.4 Гипотеза Архимеда.

Человек стал использовать рычаг ещё в доисторические времена, интуитивно понимая его принцип. Такие инструменты, как мотыга или весло, применялись, чтобы уменьшить силу, которую необходимо было прикладывать человеку.

Первое письменное объяснение принципа работы рычага дал в III веке до н. э. Архимед, связав понятия силы, груза и плеча. Закон равновесия, сформулированный им, используется до сих пор и звучит как: «Усилие, умноженное на плечо приложения силы, равно нагрузке, умноженной на плечо приложения нагрузки, где плечо приложения силы — это расстояние от точки приложения силы до опоры, а плечо приложения нагрузки — это расстояние от точки приложения нагрузки до опоры». По легенде, осознав значение своего открытия, Архимед воскликнул: «Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю!».

Закон рычага является отражением правила моментов и показывает, что рычаг, массой которого можно пренебречь и к которому приложены две силы- F_1 и F_2 , будет находиться в равновесии при выполнении условия:

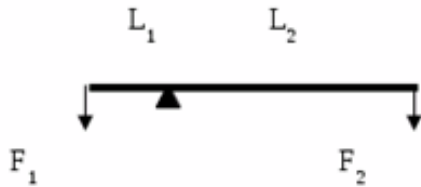
$$F_1 l_1 = F_2 l_2 \text{ – (первое условие равновесия рычага),}$$



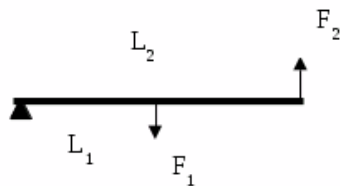
где l_1 и l_2 - плечи сил. Таким образом, в равновесии действующие на рычаг силы обратно пропорциональны их плечам. Поэтому с помощью рычага можно получить реальный выигрыш в силе, то есть меньшей силой уравновесить или даже преодолеть силу большую.

Рис.5. Идеальный рычаг

Рычагом первого рода называют рычаг, опора которого расположена между точками приложения сил, а силы направлены в одну сторону. Пример: ножницы, коромысло весов, детские качели.



У рычага второго рода опора расположена по одну сторону от точек приложения сил, а силы направлены противоположно друг другу. Пример: тачка, лопата, гвоздодер



В теории рычаг может сколь угодно большой выигрыш в силе, но и здесь присутствуют ограничения. Технически очень сложно сделать рычаг с плечами, различающимися по длине в сотни или даже хотя бы в десятки раз. Но оказывается можно добиться уменьшений геометрических ограничений. Для этого придется использовать устройства, состоящие из комбинаций нескольких простых механизмов. Например, можно сделать двойной рычаг.

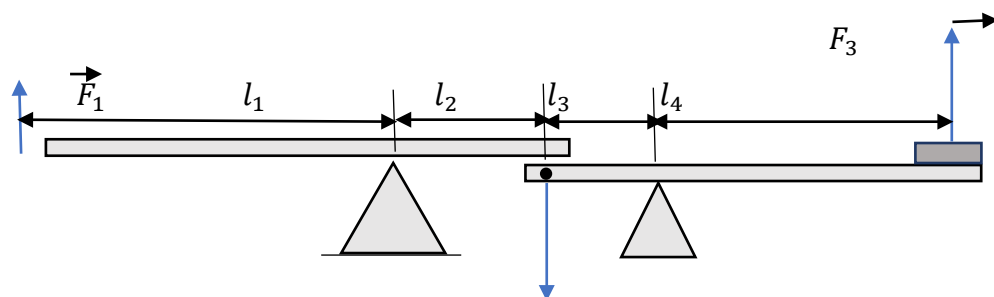


Рис. 8 Двойной рычаг.

Если приложить к левому концу левого рычага силу F_1 , на левый конец правого рычага будет действовать сила $F_2 = F_1(l_1/l_2)$, а на груз, лежащий на правом конце, будет действовать сила

$$F_3 = F_2 \frac{l_3}{l_4} = F_1 \frac{l_1 l_3}{l_2 l_4}$$

Передаточное отношение (отношение сил, или отношение плеч) составного рычага равно произведению передаточных отношений его составных частей, что может дать дополнительный выигрыш. Пусть длины рычагов-частей одинаковы и их передаточные отношения также одинаковы и равны $l_1/l_2=l_3/l_4=4$. Тогда выигрыш в силе от использования двойного рычага составит $F_3/F_1=16$ при его общей длине $10l_4$. Если бы мы использовали одиночный рычаг с теми же данными и тем же выигрышем в силе, его длина составила бы $17l_4$.

Рычаг дает выигрыш в силе во столько раз, во сколько раз плечо прилагаемой силы больше плеча веса удерживаемого груза.

$$\frac{l_2}{l_1}$$

1.5. Блок

Блоком называют колесо с жёлобом, которое может вращаться вокруг своей оси. Жёлоб предназначен для верёвки, цепи, ремня. Блоки могут быть неподвижными и подвижными.

Неподвижный блок крепится за ось к некоторой неподвижной поверхности. Через блок перекидывается верёвка, к одному из концов которой прикрепляется груз, а к другому прикрепляется некоторая сила, которая через веревку действует на груз.

Подвижный блок висит на верёвке, один из концов которой крепится к неподвижной поверхности, другой – удерживается некоторой силой, а к оси блока подвешивается груз.

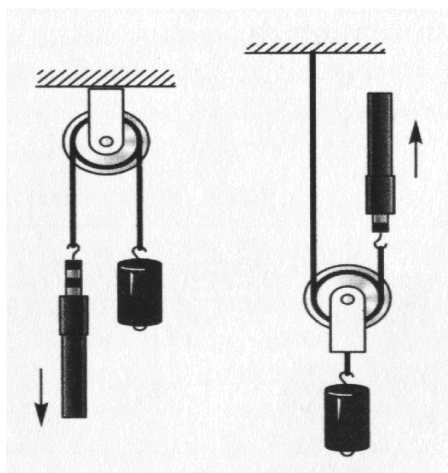


Рис. 9. Неподвижный и подвижный блоки.

С самых древних времен простые механизмы помогали людям. Чтобы убедиться в этом достаточно вспомнить впечатляющие постройки древних египтян. Пирамида Хеопса, крупнейшая из египетских пирамид, имеет высоту 138 метров и состоит из каменных глыб, вес которых в среднем около 2-5 тонн. Чтобы поднимать эти грузы на высоту, египтяне как раз использовали простые механизмы, такие как блок, рычаг, наклонная плоскость.



наклонная плоскость.

Рис. 10. Блок египтян

Подвижный и неподвижный блок - такие же древнейшие простые механизмы, как и рычаг. Уже в 212 год до нашей эры с помощью крюков и захватов, соединённых с блоками, Сиракузы захватывали у римлян средства осады. Сооружением военных Машин и обороной города руководил Архимед.

Выигрыш в силе при этом отсутствует, но такой блок позволяет изменить направление действия силы, что иногда необходимо.

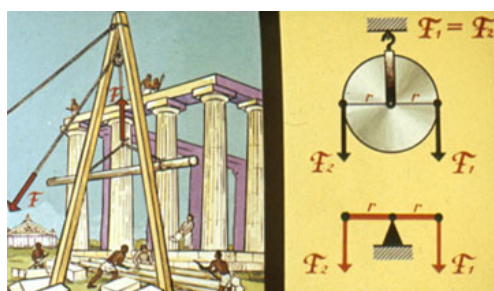


Рис. 11 .Блок Архимеда

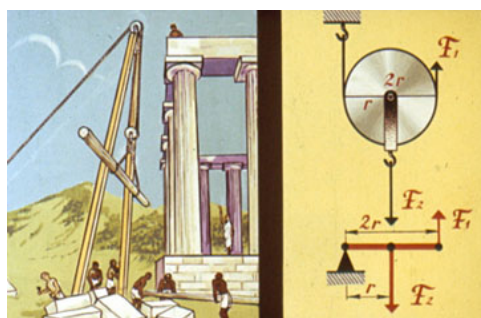
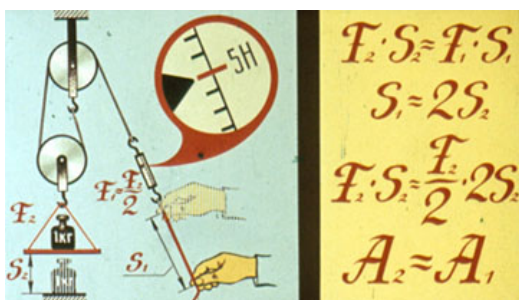


Рис. 12. Подвижный блок Архимеда.

Архимед изучил механические свойства подвижного блока и применил его на практике. По свидетельству Афиняя, "для спуска на воду исполинского корабля, построенного сиракузским тираном Гиероном, придумывали много



способов, но механик Архимед, применив простые механизмы, один сумел сдвинуть корабль с помощью немногих людей. Архимед придумал блок и посредством него спустил на воду громадный корабль".

Рис. 12. Комбинации блоков.

Неподвижный блок не дает ни выигрыша в силе, ни в направлении, а лишь меняет направление движения. С помощью изменения направления, можно производить различные манипуляции с грузами, которые позволяют сделать подъем груза более удобным.

Условием равновесия блока является условие равновесия моментов сил:

$$M_1 = M_2$$

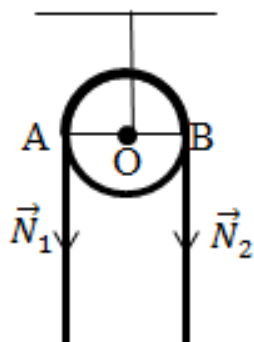


Рис 13. Равновесие блоков.

$$\vec{N}_1 = \vec{N}_2,$$

так как плечи этих сил одинаковы ($OA=OB$). Неподвижный блок не дает выигрыша в силе, но он позволяет изменить направление действия силы. Тянуть за веревку, которая идет сверху часто удобнее, чем за веревку, которая идет снизу.

Если масса груза, привязанного к одному из концов веревки, перекинутой через неподвижный блок равна m , то для того, чтобы его поднимать, к другому концу веревки следует прикладывать силу F , равную: $F=mg$,

при условии, что силу трения в блоке мы не учитываем. Если необходимо учесть трение в блоке, то вводят коэффициент сопротивления (k), тогда: $F=k*mg$

Заменой блока может служить гладкая неподвижная опора. Через такую опору перекидывают веревку (канат), которая скользит по опоре, но при этом растет сила трения.

Подвижный блок можно рассматривать как рычаг с плечами разной величины.

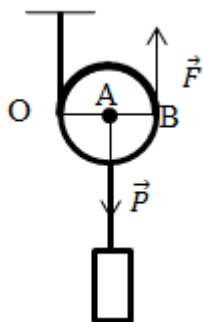


Рис 14. Идеальный подвижный блок

$F = \frac{1}{2}P$ - сила, которую нужно приложить для поднятия груза (без учёта силы трения).

Если учитывать силу трения, то получим:

$$F = k * \frac{1}{2} P$$

Помимо этого, подвижный блок даёт проигрыш в расстоянии в 2 раза.

Для того чтобы получить выигрыш в силе, применяя неподвижные блоки применяют комбинацию блоков, например, двойной блок. При этом блоки должны иметь разные диаметры. Их соединяют неподвижно между собой и насаживают на единую ось. К каждому блоку прикрепляется веревка так, что она может наматываться на блок или сматываться с него без скольжения. Плечи сил в таком случае будут неравными. Двойной блок действует как рычаг с плечами разной длины.

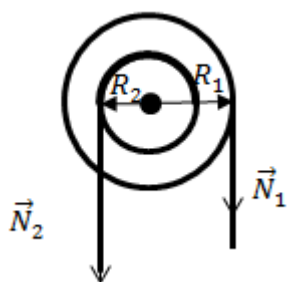


Рис.15. Комбинации неподвижных блоков разного радиуса

Условие равновесия для этого блока будет выглядеть так:

$$N_1 r_1 = N_2 r_2$$

Двойной блок может преобразовывать силу. Прикладывая меньшую силу к веревке, намотанной на блок большого радиуса, получают силу, которая действует со стороны веревки, навитой на блок меньшего радиуса.

Используя комбинации из неподвижных блоков можно менять направление силы как угодно:

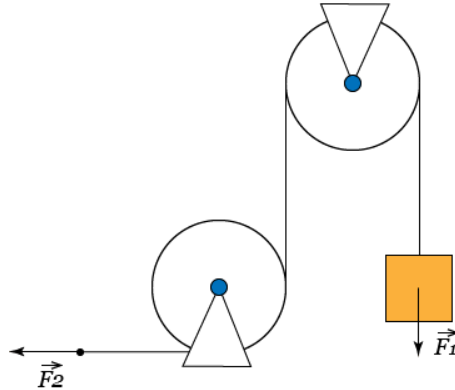


Рис.16. Комбинации неподвижных блоков одного радиуса.

И в этом случае, используя уже два неподвижных блока — мы не получаем выигрыша в силе, зато изменили направление приложения силы, теперь для поднятия груза силу мы должны приложить в горизонтальном направлении. Комбинации подвижных и неподвижных блоков: Обычно подвижный блок используют вместе с неподвижным.

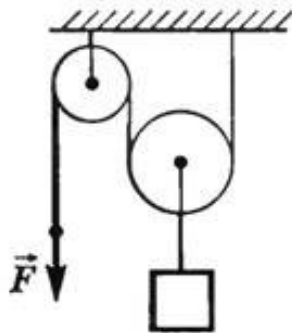
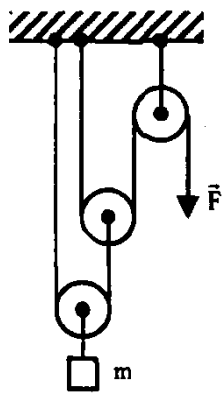


Рис.17. Комбинации подвижных и неподвижных блоков

В таком случае выигрыш в силе дополняется преимуществом удобного направления приложения этой силы. Ещё в древности были изобретены сложные конструкции, включающие взаимодействующие блоки и рычаги, позволяющие получить не двукратный, а многократный выигрыш в силе.



Конструкция, собранная на данном рисунке, имеет четырёхкратный выигрыш в силе.

Рис. 18 Комбинация из двух подвижных и одного неподвижного блоков.

Простые механизмы выигрыша в работе не дают. Во сколько мы получаем выигрыш в силе, во столько же раз проигрываем в расстоянии. Так как работа равна скалярному произведению сила на перемещение, следовательно, она не изменится при использовании подвижного (как и неподвижного) блоков.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{s_1}{s_2},$$

где s_1 – путь, который проходит точка приложения силы N_1 ; s_2 – путь проходимый точкой приложения силы N_2 .

Золотое правило является самой простой формулировкой закона сохранения энергии. Это правило распространяется на случаи, равномерного или почти равномерного движения механизмов. Расстояния поступательного движения концов веревок связаны с радиусами блоков (r_1 и r_2) как:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{r_1}{r_2},$$

Получим, что для выполнения «золотого правила» для двойного блока необходимо, чтобы:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{r_1}{r_2}$$

Если силы N_1 и N_2 уравновешены, то блок покоиться или движется равномерно.

1.6. Винт

На винте и навинчивающейся на него гайке есть винтовая резьба. Резьба винта, в сущности, представляет собой другой простейший механизм — наклонную плоскость, многократно обёрнутую вокруг цилиндра. Когда винт вращается, гайка перемещается по этой резьбе.

С точки зрения техники винт (болт, шуруп) – это крепёжная деталь цилиндрической формы, на которую по спирали наложена резьба, то есть ряд чередующихся канавок и выступов. Винт можно представить, как наклонную плоскость, обёрнутую вокруг цилиндра. Поэтому с точки зрения физики винт – это разновидность простого механизма «наклонная плоскость», в результате чего винты (болты, шурупы) можно использовать для преобразования движения и силы. Если наклонная плоскость преобразовывает одно прямолинейное движение в другое (например, движение по горизонтали в движение под углом к горизонту), то винт преобразовывает непрямолинейное (вращательное) движение в прямолинейное, например, стягивая соединяемые детали.

Винтовой механизм был известен ещё в Древней Греции. Изобретение винта приписывается великому древнегреческому учёному Архимеду.

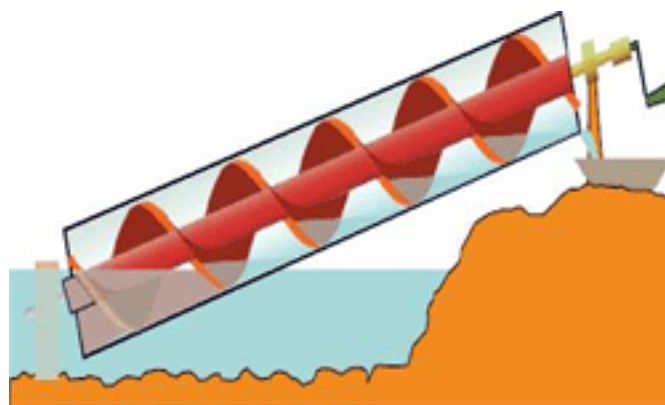
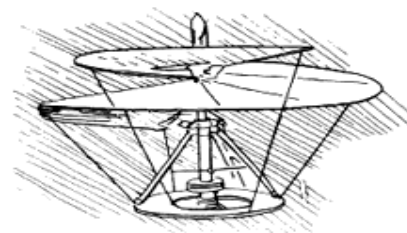


Рис. 19. Архимедов винт.

Позднее винт был описан греческим математиком Архимедом Тарентским. В I веке до н.э. деревянные винтовые передачи уже широко применялись в странах Средиземноморья в составе масляных и винных прессов. В Европе XV века металлические винты в качестве крепёжных изделий были очень редки, если вообще были известны. На рисунках Леонардо да Винчи (1452-1519 гг.) встречаются эскизы винтовых насосов для подъема воды. Однако его знаменитый эскиз ротора вертолета более близок к современному пониманию винта.



Хотя принцип работы и конструкция винта стали ясными довольно рано, возможность применить винт для приведения в движения судов появилась только после изобретения парового двигателя.

Поскольку первые паровые двигатели работали сравнительно медленно, неспешно вращая приводной вал, первые паровые суда использовали в качестве движителя не винт, а колесо с лопастями.

В 1660 г. Тугуд и Хайз приспособили винт Архимеда к валу паровой судовой машины. Но даже в 19 столетии винтовой движитель использовался только в качестве вспомогательного средства приведения судна в движение. Тем не менее, именно в 19 веке винт получил все основные черты, которыми он обладает и в наше время. В 1801 году Джон Стивенс экспериментировал с одно- и двухвинтовыми судами на паровых судах. К сожалению, из-за отсутствия интереса судостроителей его идеи не нашли применения в Америке.

Спираль с очень крупной резьбой, помещённая внутри цилиндра. При вращении винта выступы его резьбы зачерпывали жидкость и увлекали её по цилиндру. В итоге вода выливалась через верхний открытый конец. Таким образом, поместив один конец цилиндра в воду, а другой расположив выше, жидкость подавали на более высокий уровень, приводя винт во вращение

Винтовой домкрат- грузоподъемный механизм, работающий по принципу винтовой передачи, один из самых древних и самых распространённых сегодня типов домкратов. Винтовые домкраты обычно используются для развития, небольшого толкающего или подъемного усилия в быту (автомобильный домкрат) или промышленности.



Рис. 20. Винтовой домкрат

Выигрыш в силе — определяющий фактор того, почему винтовой домкрат стал популярным инструментом и получил свое распространение. Для винтового домкрата суть выигрыша в силе заключается в выгодном отношении усилия оператора на рычаге домкрата и силы, которую этот домкрат развивает относительно поднимаемого груза.

$$\frac{F_{\text{подъема}}}{F_{\text{оператора}}} = \frac{2\pi L}{S}, \text{ где}$$

$F_{\text{подъема}}$ - сила которую домкрат должен развить для подъёма груза;

$F_{\text{оператора}}$ - вращающая сила, которую должен приложить оператор для того, чтобы домкрат развил силу $F_{\text{подъема}}$;

L- длина рычага, при помощи которого оператор передает усилие на резьбу домкрата (длина считается от продольной оси резьбы домкрата);

S - ход резьбы домкрата, то есть расстояние по резьбе, пройденное винтом за один полный оборот (360°);

Трение в данной формуле игнорируется, но на практике резьбовой механизм винтовых домкратов обнаруживает большое трение, которое соответственно увеличивает необходимое входное усилие, поэтому фактический выигрыш в силе у винтового домкрата составляет не более 50 % от расчетного, несмотря на то, что в современных винтовых домкратах используется специальная опорная резьба, имеющая минимальное трение.

Главный недостаток винтовых домкратов-ограниченность грузоподъемности. Этот недостаток связан с эффектом возрастания трения в резьбе домкрата вместе с ростом требуемой грузоподъемности, в результате чего выигрыш в силе для винтовой конструкции становится невыгодным. Различные улучшения, направленные на получение большего выигрыша в силе, также имеют свой предел.

Шнек - стержень со сплошной винтовой поверхностью вдоль продольной оси.

Принцип действия шнеков основывается на использовании вращающегося винта, спиральная часть которого, способна перемещать материал, расположенный в полостях между корпусом и винтовым пером шнека. Такая технологическая схема обладает компактностью и имеет высокий коэффициент полезного действия, что делает шнеки экономичным оборудованием.

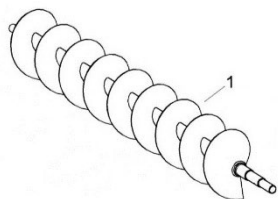


Рис. 21. Шнек

Простая конструкция позволяет изготавливать специализированные модели шнеков, для любых производственных условий и материалов.

Существуют две кинематические схемы работы винтового конвейера: тянущая – когда привод расположен со стороны разгрузки, и толкающая – когда вращение передаётся шнеку со стороны загрузочной горловины. Каждая схема имеет свои случаи применения, и в значительной степени определяется физическими свойствами материала, видом используемого винта и возможностью технического обслуживания привода.

Болт - крепёжное изделие в виде стержня с наружной резьбой, как правило, с шестигранной головкой под гаечный ключ, образующее соединение при помощи гайки.

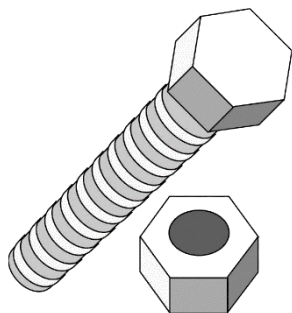


Рис. 22. Болт с гайкой.

При закручивании шурупа в доску или при стягивании болтом деталей приходится преодолевать настолько большие силы трения, что невооружённой рукой это сделать невозможно. То есть выигрыша в силе, получаемого с помощью винта/шурупа, недостаточно, и нам приходится использовать ещё и рычаги: отвёртки с толстыми рукоятками или гаечные ключи с длинными концами. В идеале можно получить выигрыш в силе в 10 и более раз, если толстую и/или длинную рукоятку инструмента сочетать с малым шагом резьбы винта и/или шурупа. В этом случае суммарный выигрыш в силе, создаваемый комбинированным механизмом, равен произведению выигрышей отдельных механизмов, входящих в его состав.

Тиски - слесарный или столярный инструмент для фиксирования детали при различных видах обработки.

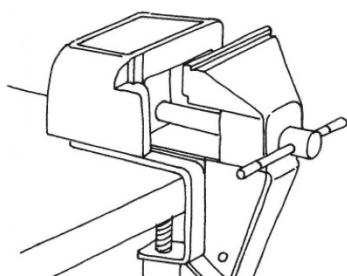


Рис. 23. Тиски

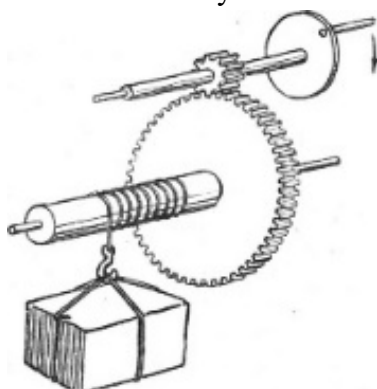
Поворачивая гайку, вы передвигаете её по наклонной плоскости. Без учёта трения выигрыш в силе $\frac{F_1}{F_2}$ оказывается равным отношению $\frac{l}{h}$, так как это отношение расстояния h , на которое перемещается нагрузка, к расстоянию l , проходимому точкой приложения усилия. И, поскольку гипотенуза всегда больше катета, наклонная плоскость даёт выигрыш в силе.

Но в реальности определить выигрыш в силе определить очень трудно. Из-за большого трения его КПД очень мал, что идеальный выигрыш не имеет значения.

1.7. Лебёдка

Лебёдка – конструкция, состоящая из двух ворот с промежуточными передачами в механизме привода. Ворот – это два колеса, соединённые вместе и вращающиеся вокруг одной оси.

Тяговое усилие лебёдки передаётся посредством каната, цепи, троса или любого другого гибкого элемента от приводного барабана.



Привод лебёдки может быть ручным, электрическим, от двигателя внутреннего сгорания, паровой машины. Лебёдка предназначена, в основном, для подъёма груза по вертикали, но иногда используется и для перемещения груза по горизонтали.

Рис. 24. Лебёдка.

Обычная лебёдка с электроприводом состоит из электродвигателя, редуктора (механизм по передаче мощности вращением, главной функцией которого является редукция, то есть, снижение усилия, необходимого для привода устройства, преобразующего передаваемую мощность в полезную работу. Каноническим видом механического редуктора является пара взаимозацепленных цилиндрических шестерён, из которых ведущая шестерня меньшего размера, а ведомая — большего), барабана (вращающаяся часть машины), рамы, тормозной системы. В случае необходимости, некоторые лебёдки сочетают с полиспастом. В зависимости от исполнения лебёдки можно подразделить: по типу тягового органа — на канатные и цепные; по типу установки — на неподвижные (закреплённые на полу, стене, потолке) и передвижные (на тележках, передвигающихся по полу или по подвесным путям); по числу барабанов — на одно-, двух- и многобарабанные лебёдки; по типу барабана — на нарезные, гладкие и фрикционные. Грузовые лебёдки используются в подъёмных кранах и канатных экскаваторах.

Механизм, имеющий древнейшие корни, но не имеющий конкретного изобретателя. Идея превращения вращательного движения в линейное перемещение оказалась настолько удачной, что со времен рабовладельческого Египта и древней Греции принципиально конструкция не менялась, происходила лишь неизбежная модернизация лебедок, менялись типы привода. Сегодня среди огромного разнообразия

грузоподъемных средств отдельный значительный сектор занимают автомобильные лебедки.

Египетские пирамиды, построенные в период от 2750 до 1500 г. до н.э. в большинстве своем состоят из камней весом 2-3 тонны, однако все эти конструкции держатся на каменных блоках весом более 50 тонн. Храм Амона-Ра в Карнаке имеет лабиринт из 134 колонн высотой 23 метра, которые в свою очередь являются опорами поперечных балок весом от 60 до 70 тонн каждая. 18 капитальных блоков колонны Траяна в Риме весят более 53 тонн, и они были подняты на высоту 34 метров. Храм римский Юпитер (Вакха) в Баальбеке содержит каменные блоки весом более 100 тонн, поднятые на высоту 19 метров. Сегодня, чтобы поднять груз весом от 50 до 100 тонн до этих высот понадобится предельно мощный кран.



Рис.25. Подъёмный кран.



Рис. 26. Ручная лебёдка.

Благодаря их небольшому размеру, ручные рычажные лебедки можно использовать в самых труднодоступных местах. Многие из этих лебедок оборудованы телескопической рукояткой с фиксацией, что позволяет значительно увеличить тяговое

усилие. При необходимости удлинить канат, в этих лебедках используют дополнительные стропа.

Ручные барабанные лебедки. Это самый распространенный вид ручных лебедок.



Принцип действия их абсолютно прост – человек крутит рукоятку, наматывая трос на барабан. Самый простой вариант такой лебедки состоит из основного корпуса, двух подшипников, зубчатого барабана для наматывания троса и рукоятки.

Рис. 27. Ручная барабанная лебёдка.

Ручные барабанные лебедки позволяют увеличить тяговое усилие, максимум, в 2 раза, а работы проводить только на высоте человеческого роста. Поэтому, эти ручные лебедки используются на несложных участках работ.

Мобильные электрические лебедки (Строительные лебедки)



Эти механизмы отличает небольшой вес, который не превышает 50 кг, легкость при транспортировке, они не представляют сложностей в своем монтаже, работают от напряжения электрической сети в 220В.

Рис. 28. Мобильная электрическая лебёдка.

Также, к достоинствам этих лебедок можно отнести удобство управления ими с пульта, возможность установки стационарно на балку, или подвижно на отдельную каретку. К недостаткам этих механизмов можно отнести их низкую грузоподъемность, которая не превышает полутора тонн, небольшую скорость подъема груза.

Монтажные электрические лебедки. Эти лебедки предназначены для подъема и перемещения грузов большой массы на строительных и промышленных объектах.



Монтажные лебедки имеют большую массу (от 600кг), крепятся на надежном металлическом основании (раме), стационарно устанавливаются на горизонтальной поверхности.

Рис. 29. Монтажная электрическая лебёдка.

Они предназначены для самостоятельного подъема грузов, имеют большой запас троса, однако, у них невысокая скорость подъема груза – не более 12 метров в минуту.

Требуемая тяга ручной лебедки = масса груза * (фактор трения + фактор подъема).

Здесь масса груза – это его максимальный вес. Фактор трения – величина, определяющая сопротивление движению. Фактор подъема зависит от того, вытягивается машина вверх или горизонтально вперед.

Вывод: Таким образом, можно сказать, что все рассмотренные идеальные простые механизмы действительно дают выигрыш в силе и облегчают задачу по строительству объектов.

II. Практическая часть

2.1. Простые механизмы, которые использовались при строительстве нового дома

Простые механизмы, описанные выше, использовались нами в строительстве дома. Перед постройкой дома, отцом были разработаны чертежи, составлен перечень необходимых материалов, инструментов и приспособлений.

Использовались следующие простые механизмы: лом металлический, гвоздодёр, подъёмный кран, блоки, лебёдка, винт, топор, бур, наклонная плоскость (деревянный настил).

Давайте подробно рассмотрим, как каждый из простейших механизмов использовался нами.

2.1.1. Лом

Лом (реальный рычаг) - это строительный инструмент, с простой конструкцией, предназначенный в основном для демонтажных работ. Данный инструмент представляет собой тяжелый заостренный на конце цельнометаллический прут. Ломом в основном мы пользовались при разборке строительных лесов. По мимо этого лом служил нам рычагом. При расчистке местности, ломом мы подсаживали камни, находившиеся в почве. Участок находится на горе, поэтому камней там было много. Если же нам не удавалось убрать камни, используя принцип рычага, мы дробили его на несколько частей и пробовали убрать его ещё раз.

- Характеристики используемого нами лома:

длина примерно 1300 мм, диаметр примерно 25 мм, масса примерно 5 кг , форма – круглая. * Усилия, развиваемые реальным рычагом:

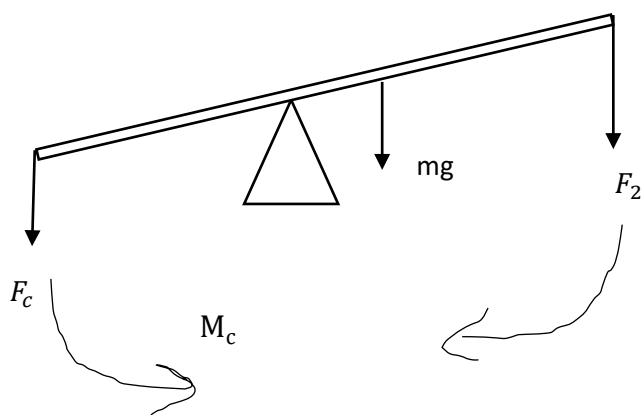


Рис. 30. Реальный рычаг

При расчистке территории мы использовали рычаг первого рода. В почве, на камни действовала сила сопротивления.

Рычаг имеет массу $m=5$ килограмм, $g=10 \text{ м\csc}^2$, $l=1,3\text{м}$

По правилу моментов получаем:

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 = 0$$

$$-F_1 l_1 + mgl_2 + F_2 l_3 = 0$$

Опытным путём я выяснил, что масса, которую я могу поднять без особых усилий, равна 35 килограммам. Следовательно, $F_2=350 \text{ Н}$.

$$l_1 = \frac{1}{3} l$$

$$l_2 = \frac{l}{2}$$

$$l_3 = \frac{2}{3} l$$

Подставив данные, можно найти F_1 :

$$-F_1 * \frac{1}{3} * 1,3 + 5 * 10 * \frac{1,3}{2} + 350 * \frac{2}{3} * 1,3 = 0, \text{ откуда } F_1 = 775 \text{ Н}$$

Сила трения равна 550 Н.

Значит, выигрыш в силе равен: $\frac{775}{350} = 1,57$ раза.

- Усилия, развиваемые идеальным рычагом.

В идеальном рычаге, мы не учитываем массу самого объекта. Значит, формула моментов будет выглядеть так: $M_1 - M_2 = 0$.

Используя данные, приведённые выше, можно найти F_1 .

$$F_2 l_3 = F_1 l_1$$

$$F_1 = F_2 l_3 / l_1$$

Получаем, что $F_1 = 700 \text{ Н}$.

Значит, имеем выигрыш в силе в 2 раза.

2.1.2. Гвоздодёр (реальный рычаг).

Гвоздодёр мы использовали при разборке строительных лесов, чтобы убирать гвозди из досок. Помимо этого, гвоздодёр помогал нам при демонтаже различных построек: наклонной плоскости, созданной нами для подъема на крыльцо дома, строительных лесов.

2.1.3. Наклонная плоскость:



Рис. 31. Построенный дом

В первую очередь наклонная плоскость использовалась нами для подъёма на какую-либо высоту, в нашем случае примерно 1 метр. Так как мы планируем дом с крыльцом, то входную дверь сделали на некоторой высоте, оставив расстояние для подстройки крыльца.

До того, как дом ещё не обшили, нам нужно было переносить блоки выше. Мы делали это подъёмным краном, но доступ к нему у нас был не всегда.

В таких случаях мы перетаскивали их вручную. Чтобы каждый раз не запрыгивать на высоту, мы использовали деревянный настил, сооружённый собственноручно. Позже, когда транспортировать материал стало не нужно, мы заменили настил на «лестницу».

- КПД реальной наклонной плоскости.

По наклонной плоскости я заносил кирпичи, весом по 5 кг. За один раз, я носил по 2 кирпича. Моя масса 80 килограмм. Значит, общая масса равна 90 кг. Высота, на которой находилась наклонная плоскость, равна 1 метр. Длина 5 метра. Угол наклона (α) 10° .

$$\text{КПД} = mgh / F_{\text{тяги}} * L.$$

Предположим, что я двигался равномерно. Значит скорость постоянная, а ускорения равно нулю. В таком случаи $F_{\text{тяги}} = F_{\text{трения}}$. По второму закону Ньютона, сила трения равна $\mu mg * \cos \alpha$.

Подставив все значения в формулу получаем, что КПД наклонной плоскости составляет около 51 %.

2.1.4. Винт:

В нашей работе мы занимались не только постройкой жилого здания. Также мы обустроивали придомовую территорию. Так, мы поставили перед собой задачу возвести забор, потому что столкнулись с проблемой: воровство материалов. В первую очередь нам нужно было вырыть ямы, в которые далее будут поставлены столбы, на которые будет прикреплён сам забор. Участок находится на горе, что усложняет



рис.32. Шнек.

задачу. Для создания отверстий забора, мы использовали шнек, который вращала электрическая сила. Стоит заметить, что не всегда у нас получалось закончить работу с помощью данного инструмента. Иногда на нашем пути попадались камни, с которыми не было сцепления и шнек просто напросто проскальзывал.



рис. 33. Бур по бетону.

По мимо шнека, принцип винта пригодился нам в другом. Во время укладки чернового пола, перед нами стояла задачи просверлить бетонные балки, для чего нами использовался так называемый бур по бетону и железобетонным изделиям.

2.1.5. Топор.



Рис. 34. Топор

Топор использовался в основном для демонтажа. Также с помощью топора я делал колышки, которые нужны были нам для разметки территории. Когда под рукой не оказывалось молотка или кувалды, тупой стороной топора мы раскалывали не нужные камни или кирпичи.

2.2. Простые механизмы в составе сложной техники.

2.2.1. Подъемный кран:

Поднимать тяжёлые объекты нам помогал подъёмный кран. С помощью него мы могли без особых проблем могли перемещать плиты, блоки, кирпичи, которые

использовались для обшивки дома. Когда у нас не было доступа к крану, мы перетаскивали стак кирпичей с отцом вдвоём. Этот процесс занял у нас около часа времени, в отличие от этого же процесса, но с подъёмным краном, с которым мы справлялись за 10 минут. В кране совмещаются сразу несколько простых механизмов: блоки, а именно их комбинации, называемые полиспастами, лебёдка, рычаг и ворот.

Масса грузов: масса одного кирпича, используемого нами, около 5 кг. Масса поддона, на котором располагались сами кирпичи около 5,5 килограмм. В одном стаче 7 рядов, по 24 кирпича. Масса стака вместе с поддоном получается около 845, 5 кг. Масса бетонных плит 700 килограмм каждая.

Заключение.

В своей работе я рассмотрел простые механизмы (реальные и идеальные), который мы использовали при строительстве нового дома. Познакомился с теорией простых механизмов, нашёл исторические факты использования, выявил виды простых механизмов, которые использовались при строительстве дома, рассмотрел комбинации блоков в подъёмном кране, рассмотрел принцип действия лебёдки, рассмотрел работу винтов в реальном устройстве

Теоретические закономерности помогли оценить выигрыш в силе, КПД используемых механизмов и рассчитать выигрыш в силе, который дают реальный и идеальный рычаги, рассчитать КПД наклонной плоскости идеальной и реальной и сравнил результаты и сравнить характеристики..

В результате пришёл к выводу, что практически все известные простые механизмы используются сегодня, но их характеристики в реальных условиях отличаются от идеальных. При этом многие из них являются комбинациями простых механизмов. Выигрыш в силе и КПД реальных простых механизмов меньше, чем у идеальных. Понял, что использование комбинированных простых механизмов в современной жизни связано с электричеством и электротехникой. Поэтому дальнейшее исследование актуально, и его можно продолжить.

Таким образом, считаю задачи работы выполненными, цель работы достигнутой.

Список использованных источников

1. Зубов В.Г. Механика; Москва; Наука; 1978 .
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н.; Физика 11 класс; Москва, Просвещение, 2020.
3. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М.; Физика 12 класс; Москва, Просвещение, 2019.
4. Ольчак А.С., Муравьев С.Е.; Прикладная механика 10-11 класс; Москва;
5. Роуэлл Г., Гербер С.; Физика; Москва, Просвещение; 1994.
6. http://class-fizika.ru/7_blok.html.
7. <http://ru.solverbook.com/spravochnik/fizika/podvizhnyj-i-nepodvizhnyj-blok/>
8. <https://medium.com/dxdy/одним-из-простых-механизмов-является-блок-619ae7002da0>.
9. <https://www.yaklass.ru/p/fizika/7-klass/poniatie-raboty-v-fizike-moshchnost-energii-11875/podvizhnye-i-nepodvizhnye-bloki-11879/re-3e051b45-d5dc-4ae6-b6ed-aec331f6f861>.
10. https://spravochnick.ru/fizika/statika/sistema_blokov/ .
11. <https://zaochnik.com/spravochnik/fizika/elementy-statiki/prostye-mehanizmy-vint/>
12. <http://www.fizika.ru/fakultat/index.php?theme=3&id=3278>.
13. <https://www.badger.ru/blog/motors/6144.php#:~:text=1.2%20История%20винта%20Идея%20винтовой,в%20современном%20смысле%20этого%20термина.>
14. http://class-fizika.ru/7_vorot.html.
15. <https://os1.ru/article/7316-lebedki-antichnaya-konstruktsiya-vostrebovannaya-vechno>.
16. <https://mavego.ru/2016/03/16/istoriya-razvitiya-gruzopodemnyih-mehanizmov/>.