

Машины вокруг нас	стр. 42
Что такое механика?	стр. 42
Электрический двигатель	стр. 42
Червячный редуктор	стр. 43
Шлагбаум	стр. 43
Поворотная платформа	стр. 43
Зубчатая передача	стр. 44
Цилиндрический редуктор	стр. 44
Приводы транспортных средств	стр. 45
Цепная передача	стр. 45
Машина с рулевым управлением	стр. 46
Коробка передач	стр. 47
Планетарный редуктор	стр. 48
Конический редуктор	стр. 49
Мешалка	стр. 49
Дифференциал	стр. 49
Винтовая передача	стр. 50
Автомобильный домкрат	стр. 50
Подъемник «ножницы»	стр. 51
Токарный станок	стр. 51
Кривошипно-шатунный механизм	стр. 52
Стеклоочиститель	стр. 52
Четырехзвенный механизм	стр. 52
Отрезной станок	стр. 53
Рычаг	стр. 53
Рычажные весы	стр. 53
Весы с передвижной гирей	стр. 54
Полиспаг	стр. 54
Мир статики	стр. 56
Стол	стр. 56
Стремянка	стр. 57
Простой балочный мост	стр. 57
Мост с движением по верхнему поясу	стр. 58
Мост с движением по нижнему поясу	стр. 58
Вышка для охоты	стр. 59
Подъемный кран	стр. 59

Содержание



Машины вокруг нас

► С помощью чего в наши дни перемещают тяжелые грузы? Сверлит ли кто-нибудь отверстия в стенах с помощью силы собственных мышц? Стирает ли кто-нибудь одежду на стиральной доске? Почти никто. Люди изобрели множество устройств, которые облегчают нашу жизнь и труд, начиная от мельницы и заканчивая реактивными двигателями авиалайнеров и компьютерами. Устройства, которые облегчают нашу работу или даже делают ее за нас, на языке техники называются машинами.

Машины могут:	Примеры:
● Перемещать грузы	● Грузовик, автомобиль, кран, экскаватор и т.п.
● Обрабатывать материалы	● Токарный станок, бетономешалка, миксер и т.п.
● Преобразовать электрическую энергию в кинетическую	● Электродвигатель
● Обрабатывать данные	● Калькулятор, компьютер и т.п.

Что такое механика?

► Механика — наука о движении твердых тел и взаимодействии между ними. Механика включает разные разделы: статика, динамика, кинетика и термодинамика. Мы ограничимся рассмотрением двух из них — динамики и статики.

Еще в древние времена ученые проводили исследования в области механики. Архитекторы древних соборов экспериментировали с равновесием сил, пытаясь построить все более высокие здания. В наши дни инженер-проектировщик выполняет точные расчеты устойчивости зданий. Его профессия связана с разделом механики, который называется статика. Подробнее об этом вы узнаете в разделе, посвященном статике.

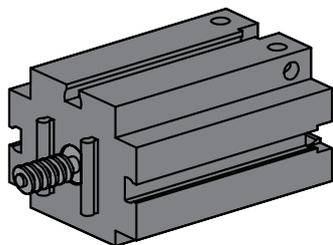
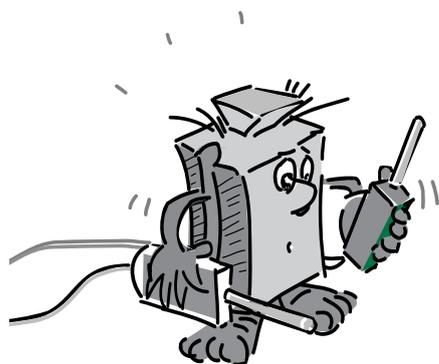
Всякий раз, когда механизмы приводятся в движение, они становятся динамичными. Динамика изучает причины возникновения механического движения, например, при вращении вала или при поступательном движении.

Динамика — наука об изменениях в движении. Подробнее о динамике вы узнаете немного позже в этой рабочей тетради.

Электрический двигатель

► Двигатель — это механизм, который приводит машину в движение. Существует много разновидностей двигателей. Две из них: двигатели внутреннего сгорания и электрические двигатели. Например, автомобиль приводится в движение двигателем внутреннего сгорания. Конечно же, в вашем конструкторе не может быть такого сложного двигателя, вместо этого в вашем распоряжении имеется электродвигатель. Электродвигатели установлены в большинстве механизмов, которые мы встречаем в повседневной жизни. Они используются везде, где есть доступ к электрической энергии.

Электрический двигатель в этом конструкторе имеет очень высокое число оборотов в минуту (об/мин). Это значит, что он вращается так быстро, что нельзя увидеть каждый оборот. Однако, этот мотор очень «слабый», для того чтобы поднимать большие грузы. Так же не получится использовать его в транспортном средстве без дополнительных средств. Чтобы снизить угловую скорость и сделать двигатель «сильнее», необходим редуктор.

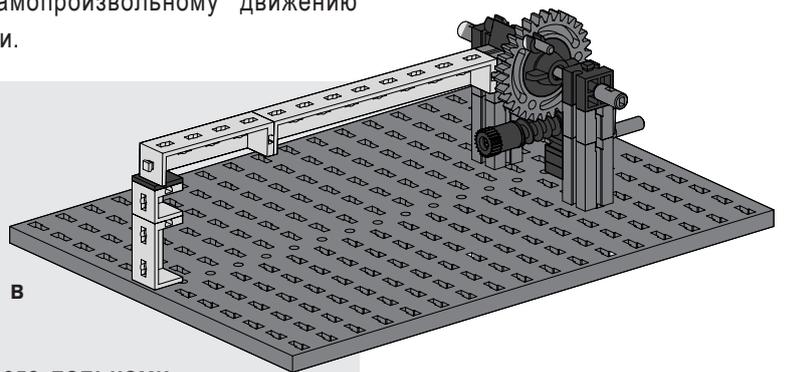


▶ Червячный редуктор хорошо снижает высокое число об/мин двигателя. Для этого на вал электродвигателя устанавливают червяк, который приводит в движение червячное колесо. Такой редуктор используют, когда надо понизить высокое число об/мин и сохранить минимальными габариты редуктора. Червячная передача обладает свойством самоторможения, что означает, что движение может передаваться только со стороны червяка, а со стороны червячного колеса движение блокируется силами трения.

▶ Червячная передача используется в шлагбаумах и кранах, потому что свойство самоторможения такого редуктора препятствует самопроизвольному движению шлагбаума или поднятого груза в обратном направлении.

Червячный редуктор

Шлагбаум



Задание:

- Постройте модель шлагбаума.
- С помощью рукоятки поднимите шлагбаум вверх. Сколько раз вам пришлось повернуть рукоятку, чтобы привести перекладину в вертикальное положение?
- Попробуйте опустить шлагбаум надавив на него пальцами. Что происходит?

Конечно, вам пришлось повернуть рукоятку несколько раз, чтобы поднять перекладину на 90°. Удалось ли вам опустить шлагбаум? Видите, так проявляется свойство самоторможения червячной передачи. С помощью маленькой рукоятки вы легко смогли поднять шлагбаум, так как движущая сила была увеличена за счет червячного редуктора.

Червячный редуктор имеет ряд преимуществ:

- Занимает мало места.
- Имеет свойство самоторможения.
- Во много раз снижает число об/мин.
- Увеличивает силу привода.
- Изменяет направление вращательного движения на 90°.

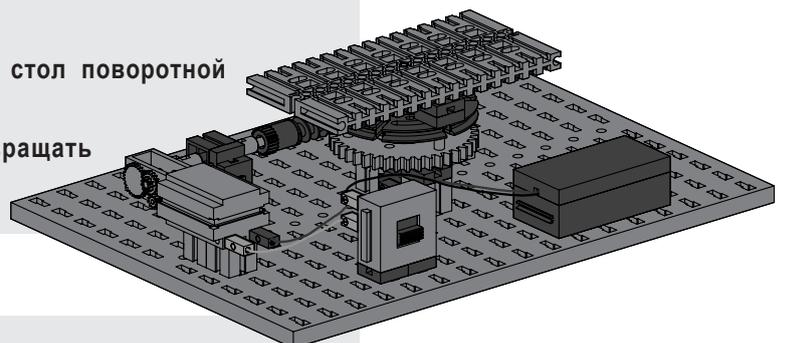
▶ Червячная передача используется во многих устройствах. Простым примером применения будет ваша следующая модель — поворотная платформа. В этой модели понижено число об/мин и изменено направление вращения. Соппротивление нагруженной поворотной платформы не должно блокировать двигатель.



Поворотная платформа

Задание:

- Соберите модель поворотной платформы.
- Поставьте емкость с водой или землей на стол поворотной платформы.
- Может ли маленький электродвигатель вращать большую емкость?



Зубчатая передача

► В этой главе вы познакомитесь с механической передачей с зубчатыми колесами. Зубчатые колеса известны давно и считаются одними из самых надежных частей механизмов. Они бывают разных типов и размеров. На велосипеде есть механизм, похожий на зубчатую передачу. Однако там зубчатые колеса заменены цепной звездочкой и цепью.

С помощью зубчатой передачи вы можете передавать и менять направление вращения. Зубчатая передача может:

- передавать вращательное движение
- изменять число об/мин
- увеличивать или уменьшать силу вращения
- менять направление вращения

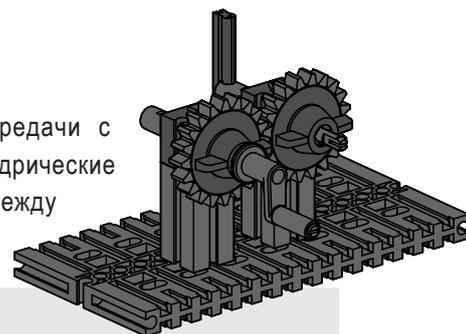
Цилиндрический редуктор

► В следующих моделях вы соберете зубчатые передачи с прямыми цилиндрическими зубчатыми колесами. Цилиндрические зубчатые колеса используют для передачи движения между валами, оси вращения которых параллельны.



Задание:

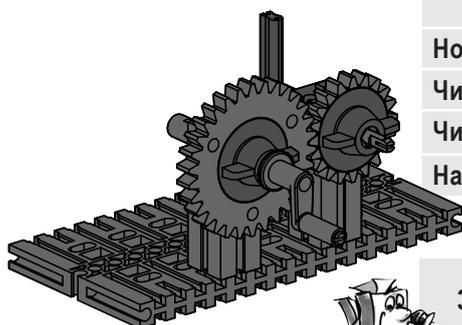
- Соберите модель цилиндрического редуктора 1.
- Проверните рукоятку один раз. Сколько раз повернется вал второго зубчатого колеса?
- Проверните рукоятку по часовой стрелке. В каком направлении повернется второе зубчатое колесо, и что произойдет со вторым валом?



Если вы используете такой редуктор в приводе машины, то она будет двигаться очень медленно. Также она будет двигаться в направлении обратном направлению вращения вала электродвигателя. Эта модель предназначена только для того, чтобы показать вам, как создать простой редуктор и сделать расчеты зубчатых колес.

Расчеты передаточного числа зубчатой передачи

	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Номер передачи	1	2
Число зубьев на зубчатом колесе	Z_1	Z_2
Число оборотов	n_1	n_2
Направление вращения (влево, вправо)		



Задание:

- Соберите модель цилиндрического редуктора 2.
- Проверните рукоятку один раз. Сколько раз повернется вал второго ведомого зубчатого колеса?
- Проверните рукоятку по часовой стрелке. В каком направлении повернется ведомое колесо, и что произойдет с его валом?

Если вы решите использовать такой редуктор для приведения машины в движение, то она будет двигаться несколько быстрее, чем первая модель. Рассчитайте передаточное число и для такого редуктора.

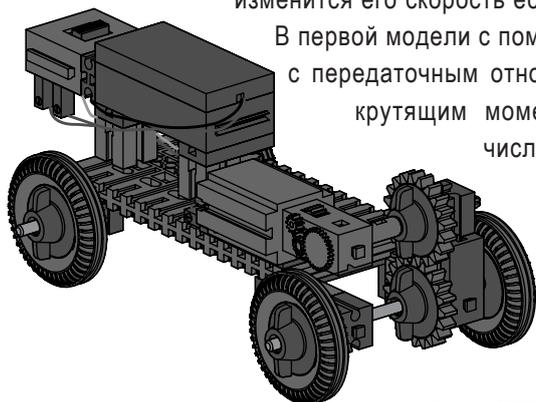
Расчеты передаточного числа зубчатой передачи		
	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Номер передачи	1	2
Число зубьев на зубчатом колесе	Z_1	Z_2
Число оборотов	n_1	n_2
Направление вращения (влево, вправо)		



► Вы уже узнали многое о редукторе и можете применить свои знания для моделирования. Соберите транспортное средство 1. Перед вами настоящее средство передвижения с двигателем и редуктором.

Чтобы двигаться еще быстрее, постройте транспортное средство 2. Теперь ваше транспортное средство движется в 1,5 раза быстрее, чем предыдущее. Однако у машины с таким передаточным числом редуктора возникнут затруднения на подъеме.

Машина 3 имеет «обратное» устройство редуктора по сравнению с Машиной 2. Как изменится его скорость если сравнивать с другими моделями?



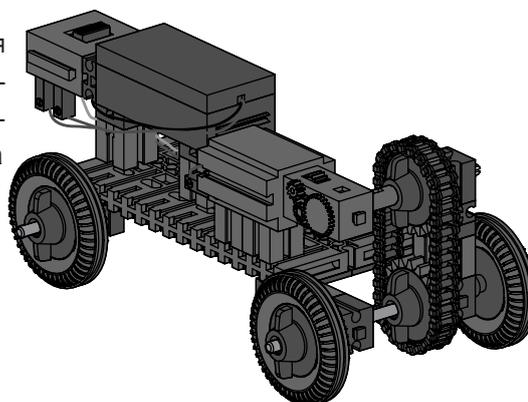
В первой модели с помощью зубчатой передачи вы создали редуктор с передаточным отношением 1:1 и одинаковыми числом об/мин и крутящим моментом. Вторая модель имеет передаточное число 1:1,5 и уменьшенный крутящий момент, т.е. она быстрее, но имеет меньше «силы».

Машина 3 движется медленнее, чем другие две, так как передаточное число редуктора 2:1, такой редуктор называется понижающим. Преимущество этого типа редуктора заключается в том, что он «сильнее», то есть у него более высокий крутящий

момент. Такой редуктор применяется, например, в тракторе, который движется медленнее, чем автомобиль, но является более мощным.

Вам могут быть знакомы все три вида передач на примере устройства переключения передач на велосипеде. Чтобы ехать быстрее, вы переключаетесь спереди на большую звездочку, а сзади — на меньшую звездочку. На подъеме вы, конечно же, перейдете на пониженную передачу, например, 1:1, а на крутом подъеме 2:1.

► Для передачи движения между двумя валами, расположенными на большом расстоянии друг от друга, используется цепная передача. Ремни и цепи выступают как средства передачи движения. Они соединяют ведущее и ведомое колеса, расположенные на большом расстоянии.



Приводы транспортных средств



Цепная передача



Задание:

- Соберите транспортное средство с цепной передачей.
- Проверните рукоятку один раз. Сколько оборотов сделает ведомое колесо?
- Поверните рукоятку по часовой стрелке. В каком направлении вращается ведомое зубчатое колесо?

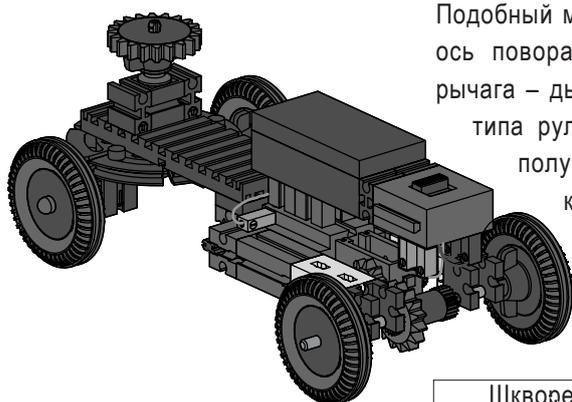
Расчеты передаточного числа зубчатой передачи

	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Номер передачи	1	2
Число зубьев на зубчатом колесе	Z_1	Z_2
Число оборотов	n_1	n_2
Направление вращения (влево, вправо)		

На велосипеде крутящий момент передаётся с педалей на заднее колесо с помощью цепной передачи. На горных или гоночных велосипедах используется несколько ведущих и несколько ведомых зубчатых колес. Их можно переключать в зависимости от требуемой скорости и момента, который необходимо передать на колеса. Такое зубчатое колесо называют звездочкой цепной передачи.

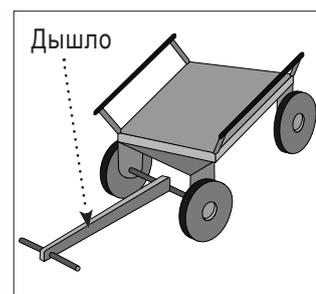
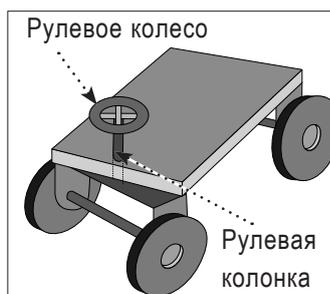
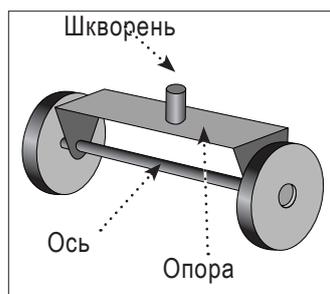
Установите двигатель на вашу машину с цепной передачей. Именно такая передача используется на мопеде и мотоцикле, так что теперь вы можете собрать свой собственный игрушечный мотоцикл из конструктора fischertechnik.

Машина с рулевым управлением



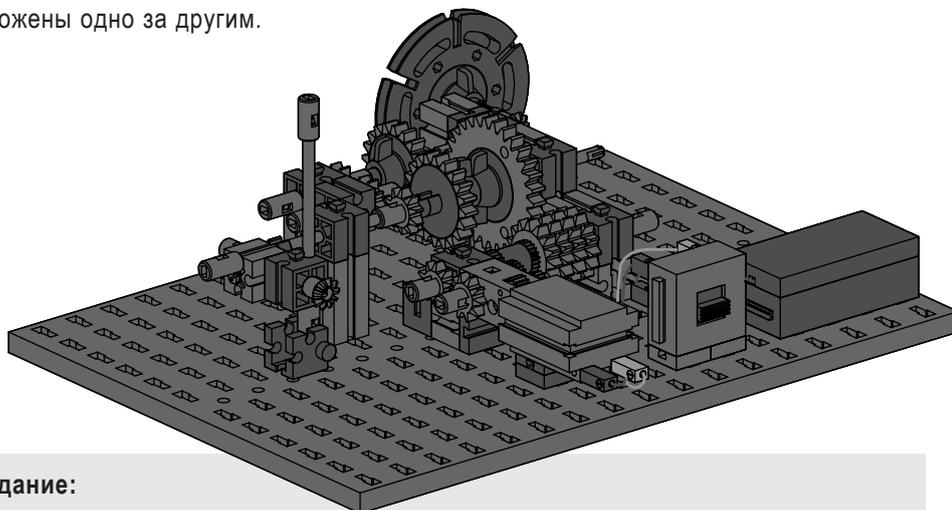
► На примере разных моделей было показано, насколько важен правильный расчёт передаточного числа зубчатой передачи для разных типов транспортных средств. Также важно обеспечить возможность изменения направления движения транспортного средства. Для этого его необходимо оснастить механизмом рулевого управления.

Создайте модель транспортного средства с механизмом рулевого управления. Подобный механизм древние кельты пользовались в своих повозках. В них передняя ось поворачивалась на шкворне (соединительной оси) с помощью деревянного рычага – дышла. Можно считать, что кельты были первыми изобретателями особого типа рулевого управления, которое используют и в наше время в трейлерах и полуприцепах. Такое рулевое управление состоит из П-образной опоры, в которой закреплена ось с колесами. Опора соединяется с рамой транспортного средства с помощью поворотного шкворня, что позволяет ей свободно вращаться в горизонтальной плоскости. Вращение опоры происходит с помощью рычага – дышла, если рулевой механизм установлен на прицепе или повозке.



Коробка передач

► В этом разделе мы расскажем, как усовершенствовать простую зубчатую передачу и превратить её в многоступенчатую коробку передач. Подобный тип привода используется в автомобиле, дрели, мопеде и других механизмах. В этой модели используется сложная коробка передач с большим числом зубчатых колес. Поэкспериментируйте с коробкой передач и переключением зубчатых колес, которые расположены одно за другим.



Задание:

- Соберите модель коробки передач
- Включите двигатель и медленно переключите рычаг переключения передач от зубчатой передачи 1 к зубчатой передаче 2. Убедитесь в точном зацеплении зубчатых колес механизма.
- Запишите результаты наблюдения.



Наблюдение за отдельными зубчатыми передачами

№ передачи	1	2	3
Наблюдение быстрее, медленнее			
Направление вращения совпадает, противоположное			

В этой коробке передач на третьей передаче выходной вал вращается в том же направлении, что и приводной вал. Это происходит, потому что на этой передаче используются три зубчатых колеса расположенные в один ряд.

Когда в передаче используется нечетное число зубчатых колес, то выходной вал имеет такое же направление вращения, что и приводной. Это свойство используется в автомобилях для движения назад.

Эксперименты:

- Попробуйте использовать другое число зубчатых колес.
- Поменяйте поворотный стол на барабан лебедки. Теперь у вас есть лебедка, как у крана, для разных тяжелых грузов.
- Можете ли вы добавить больше зубчатых колес в ваше устройство? Поэкспериментируйте с зубчатыми колесами из конструктора.
- Специальное задание: соберите редуктор с цепью.



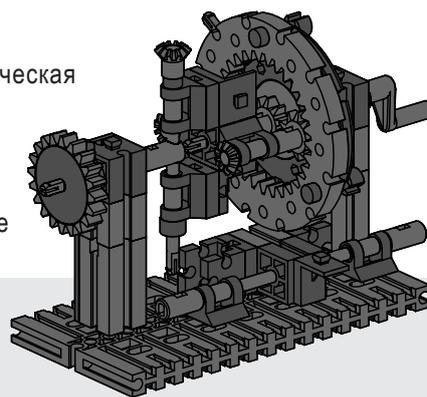
Планетарный редуктор



► Планетарный редуктор — сложная механическая система, которая состоит из зубчатых колёс разного типа. Такой редуктор находит широкое применение, к примеру, он используется в кухонной технике или автоматической коробке передач автомобиля.

Задание:

- Соберите модель планетарного редуктора.
- Поверните приводную рукоятку и наблюдайте, какие детали приходят в движение, когда вы вращаете рукоятку.



Используя ползун (так называется нижний рычаг вашей модели) вы можете заблокировать водило планетарной передачи или зубчатый венец, чтобы они не могли вращаться.



Планетарная передача имеет простое назначение. Она позволяет переключать передачи под нагрузкой, не прерывая передачу момента с ведущей на ведомую шестерни. Благодаря внутреннему зацеплению зубчатого венца, редуктор имеет компактные размеры и малую массу. Для реализации заднего хода при помощи планетарного редуктора не нужна дополнительная ось с промежуточной шестерней.

Самый простой планетарный зубчатый механизм состоит из центральной **солнечной шестерни (1)**, **планетарных колес (сателлитов) (2)**, **водила (3)** и **зубчатого венца (эпицикла) (4)**. Солнечная шестерня находится в середине механизма и входит

в зацепление с планетарными колесами. Солнечная шестерня, водило или зубчатый венец могут использоваться как приводной вал редуктора, или могут быть закреплены неподвижно, в этом случае изменится только передаточное отношение. Для того чтобы правильно проверить собранную планетарную передачу, используйте ползун. Без дополнительного зубчатого колеса, путем закрепления водила

2 планетарной передачи, вы можете настроить редуктор так, что вращающий момент будет передаваться через планетарные шестерни на зубчатый венец. При этом венец будет вращаться в направлении противоположном направлению вращения солнечной шестерни. Это свойство планетарной передачи используется в трансмиссиях автомобилей для движения назад. Для реализации такой схемы передачи

вращающего момента приводной вал (рукоятка) должен быть соединен с солнечной шестерней а выходной вал с зубчатым венцом.

Задание:

- Проверьте свойства планетарной передачи: удерживая водило планетарной передачи, приведите механизм в движение с помощью зубчатого венца
- Заполните следующую таблицу:



Привод	Зубчатый венец	Водило
Направление вращения		
Передаточное число		

► На примере конического редуктора вы узнаете, как работает простая зубчатая передача.

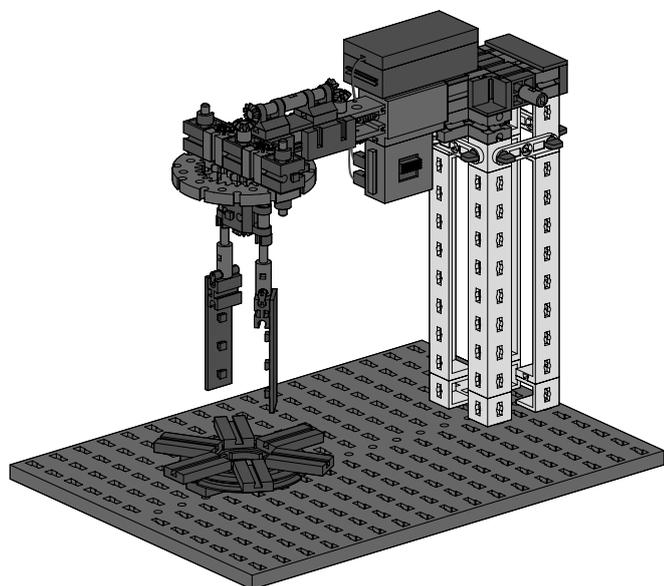
Конический редуктор



Задание:

- Соберите копию модели редуктора.
- Понаблюдайте, как у этой модели изменяется число оборотов в минуту, направление вращения и крутящий момент.

Этот конический редуктор изменяет только направление вращения на 90° , при этом угловая скорость и вращающий момент остаются неизменными.



► В модели мешалки используется сочетание конического редуктора и планетарной передачи. Соберите эту модель в соответствии с руководством по сборке.

Мешалка fischertechnik — это модель для настоящих профессионалов. Знакомы ли вам зубчатые колеса и типы передач, которые здесь используются?

Вы можете создать очень интересные варианты этой модели. Меняйте ее так, как подсказывает вам воображение. Вы можете поставить на основание кружку с чем-нибудь и перемешать.

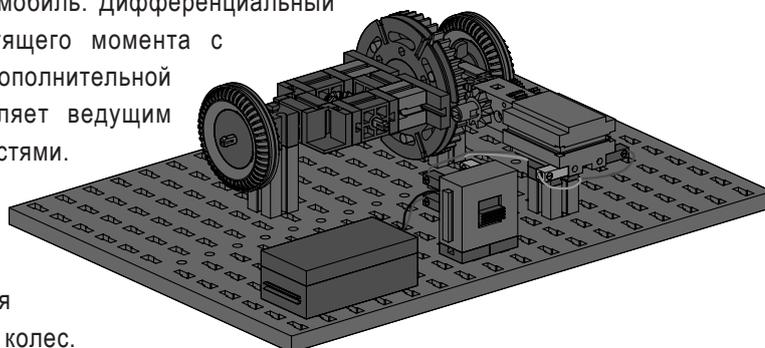
Мешалка



► Дифференциальный редуктор незаменим в многоосных транспортных средствах, таких как грузовик или полноприводный автомобиль. Дифференциальный редуктор используется для передачи крутящего момента с двигателя на ведущие колеса в качестве дополнительной понижающей передачи, а также он позволяет ведущим колёсам вращаться с разными угловыми скоростями. Учитывая свое назначение, дифференциал может иметь два места расположения:

- **Межколесный дифференциал** устанавливается на оси для распределения мощности от карданного вала к осям ведущих колес.
- **Межосевой дифференциал** устанавливается между двумя осями для того, чтобы распределять мощность между передней и задней осью.

Дифференциал



**Задание:**

- Соберите модель редуктора.
- Посмотрите, как у модели меняется число об/мин, направление вращения и крутящий момент. Зафиксируйте одно ведущее колесо, затем отпустите его и зафиксируйте другое, потом зафиксируйте водило (деталь, в которой размещаются шестерни).
- Запишите ваши наблюдения в таблицу.

Фиксация	Ведущее колесо 1	Ведущее колесо 2
Число оборотов в минуту		
Направление вращения		

Дифференциал может показаться магическим устройством.

Чаще всего он используется в трансмиссии автомобилей: когда машина совершает поворот, внутреннее колесо проходит меньший путь, чем внешнее, поэтому такая конструкция приводит к пробуксовке внутреннего колеса, что негативно сказывается на управляемости автомобиля. Без дифференциала ведущие колеса изнашивались бы гораздо быстрее.

Межосевой дифференциал обладает еще одним свойством: он распределяет крутящий момент в одинаковой пропорции (50:50) и передает его на колеса.

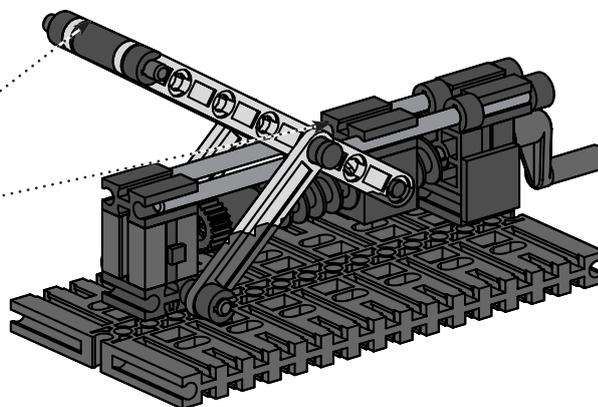
Винтовая передача**Автомобильный домкрат**

- Бывают ситуации, когда требуется поднять тяжелый груз. Просто представьте, что необходимо поднять машину, чтобы поменять колесо. Конечно, вы не сможете сделать это самостоятельно без инструмента. Для этого существует автомобильный домкрат, с помощью которого каждый может поднять машину самостоятельно. Все дело в винтовой передаче. Принцип ее работы схож с принципом работы червячной передачи, с которой вы уже знакомы.



Подъемный рычаг

Шарнир

**Задание:**

- Соберите модель автомобильного домкрата.
- Поверните рукоятку один раз и посмотрите, на какое расстояние продвинется гайка и как высоко поднимется подъемный рычаг домкрата.
- Нажмите на подъемный рычаг. Вращается ли ходовой винт в обратном направлении?
- Можете ли вы назвать причины, по которым для этих целей используется винтовая передача?

Для того чтобы привести подъемный рычаг в вертикальное положение, вам необходимо повернуть рукоятку несколько раз. Также вы сможете заметить, что подъемный рычаг не будет самопроизвольно перемещаться вниз под действием нагрузки.

Винтовая передача имеет ряд преимуществ:

- Является самоблокирующейся.
- Увеличивает силу передачи.

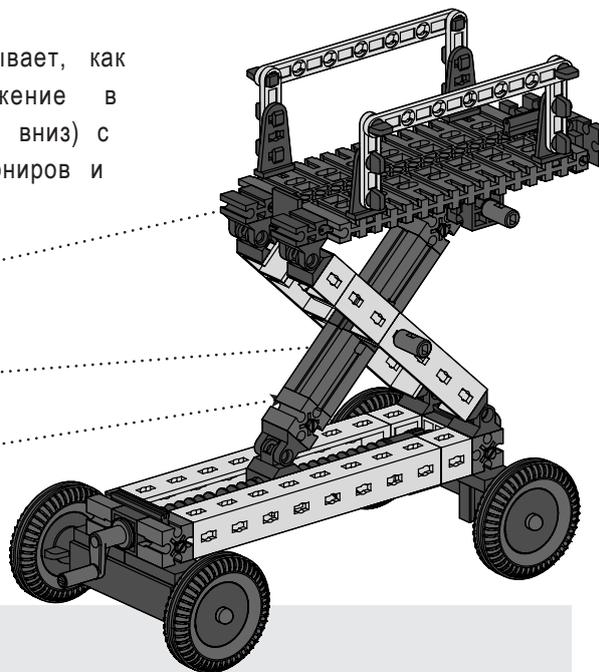
► Подъемник «ножницы» показывает, как превратить вращательное движение в поступательное (движение вверх и вниз) с помощью винтовой передачи, шарниров и рычагов.

Подъемник
"ножницы"

Подъемник

Шарнир

Приводной рычаг



Ходовой винт двигает



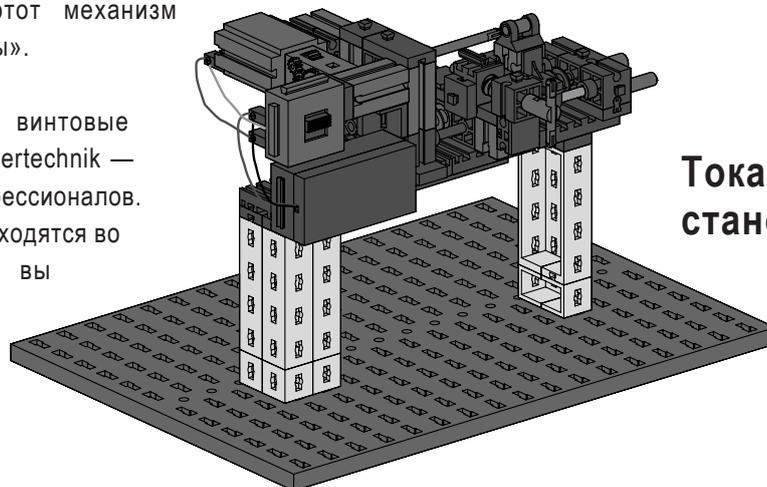
Задание:

- Постройте подъемник «ножницы».
- Поставьте на подъемник чашку с водой.
- Как двигаются подъемник и чашка, когда вы поворачиваете рукоятку?

гайку вперед и назад. Через шарнир это движение заставляет подъемник перемещаться вверх и вниз. При перемещении верх и вниз подъемная платформа остается параллельной ходовому винту. Оба рычага, соединенные шарниром, двигаются по принципу ножниц. Поэтому этот механизм называется подъемник «ножницы».

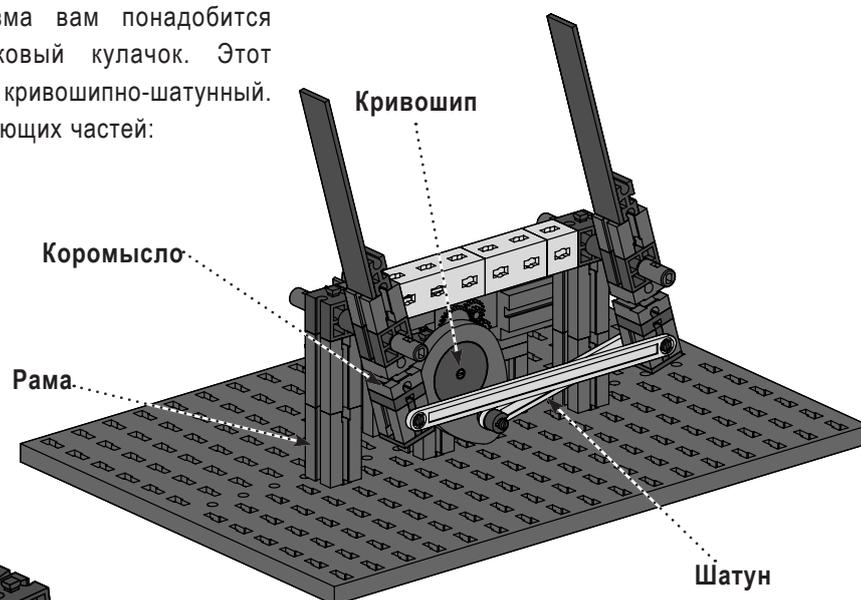
► Эта модель имеет две винтовые передачи. Токарный станок fischertechnik — это модель для настоящих профессионалов. В нем две винтовые передачи находятся во взаимодействии. Можете ли вы предположить, почему токарный станок имеет две отдельных винтовых передачи?

Токарный
станок



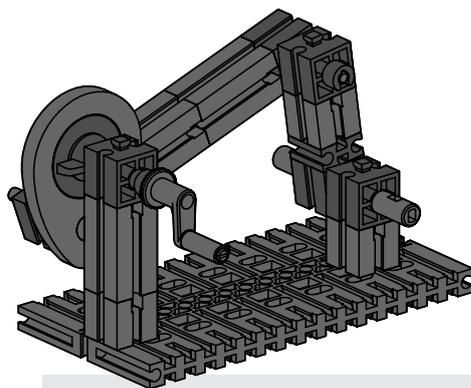
Кривошипно-шатунный механизм

► Знаете ли вы, как работает механизм стеклоочистителя? Следующая модель продемонстрирует принцип работы механизма, в котором вращательное движение преобразуется в возвратно-поступательное. Для такого механизма вам понадобится кривошип или дисковый кулачок. Этот механизм называется кривошипно-шатунный. Он и состоит из следующих частей:



Стеклоочиститель

Четырехзвенный механизм



► Четырехзвенный механизм, как подразумевает его название, состоит из четырех шарниров (подвижное соединение частей, через которое происходит вращение). Упрощенная схема четырёхзвенного механизма показывает, как он работает. Вам знакомы составные части этого механизма?



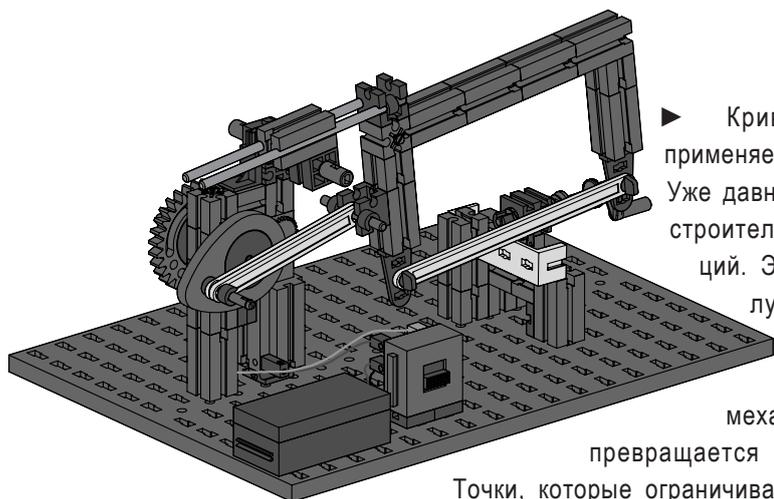
Задание:

- Соберите четырехзвенный механизм.
- Понаблюдайте, как взаимодействуют отдельные составные части.
- Какие части двигаются, а какие нет? Опишите тип движения в таблице.

Деталь	Двигается: да, нет	Тип движения
Рукоятка		
Шатун		
Кривошип		
Рама		

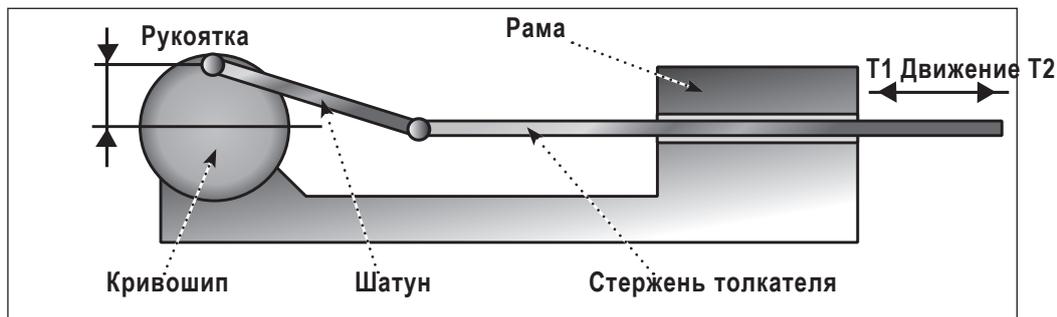
Рама закреплена неподвижно. Кривошип совершает вращательное движение, шатун передает движение от кривошипа к коромыслу, которое совершает качающиеся движения, так как оно шарнирно соединено с каркасом.

Для того чтобы механизм мог работать, длины четырех деталей четырехзвенного механизма должны быть в определенном соотношении друг с другом.



► Кривошипно-шатунный механизм применяется и в разных областях техники. Уже давно отрезной станок помогает при строительстве металлических конструкций. Это простое устройство поможет лучше разобраться в принципе действия кривошипно-шатунного механизма. В этом механизме вращательное движение превращается в возвратно-поступательное.

Точки, которые ограничивают движение пилы, называются мертвыми точками (или неподвижными центрами) T1 и T2.



Задание:

- Соберите модель отрезного станка.
- Измерьте ход пилы.

► Четыре тысячи лет назад для того, чтобы определить цену какого-либо предмета, его взвешивали при помощи рычажных весов, на которых уравнивались силы веса двух грузов. В нашей модели рычаг в средней точке прикрепляется к основанию весов с помощью шарнира, на концах рычага располагаются чаши. Когда силы уравновешены, оба индикатора в центре рычага должны быть на одной линии.

Задание:

- Постройте модель рычажных весов.
 - Положите детали конструктора fischertechnik на обе чаши весов.
- Правильно ли работают ваши весы?
- Найдите два предмета, которые на ваш взгляд имеют одинаковый вес. Положите их на чаши весов.
 - Вы были правы?

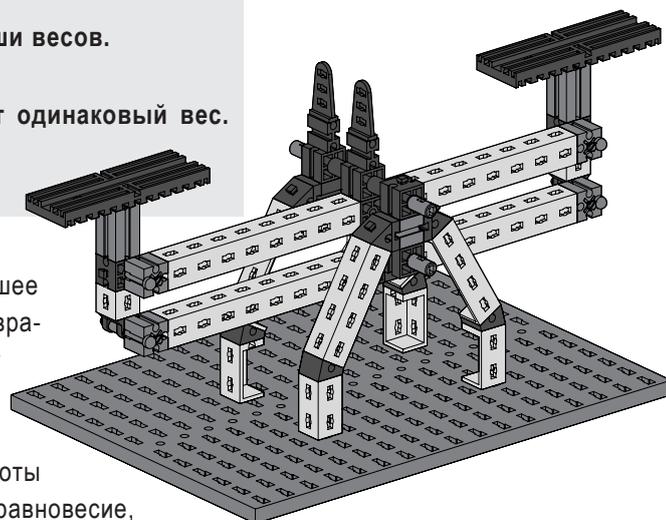


Эти весы функционируют в соответствии с принципом работы рычага, который имеет плечи равной длины. Рычаг — простейшее механическое устройство, представляющее собой перекладину, вращающуюся вокруг точки опоры. Стороны перекладки по бокам от точки опоры называются плечами рычага. В нашем случае точки, к которым прикладываются силы находятся на одинаковом расстоянии от центра вращения. Вы знакомы с принципом работы этих весов на примере детских качелей. Чтобы привести рычаги в равновесие, вес на концах рычага и расстояния от центра вращения должны быть одинаковыми.

Отрезной станок

Рычаг

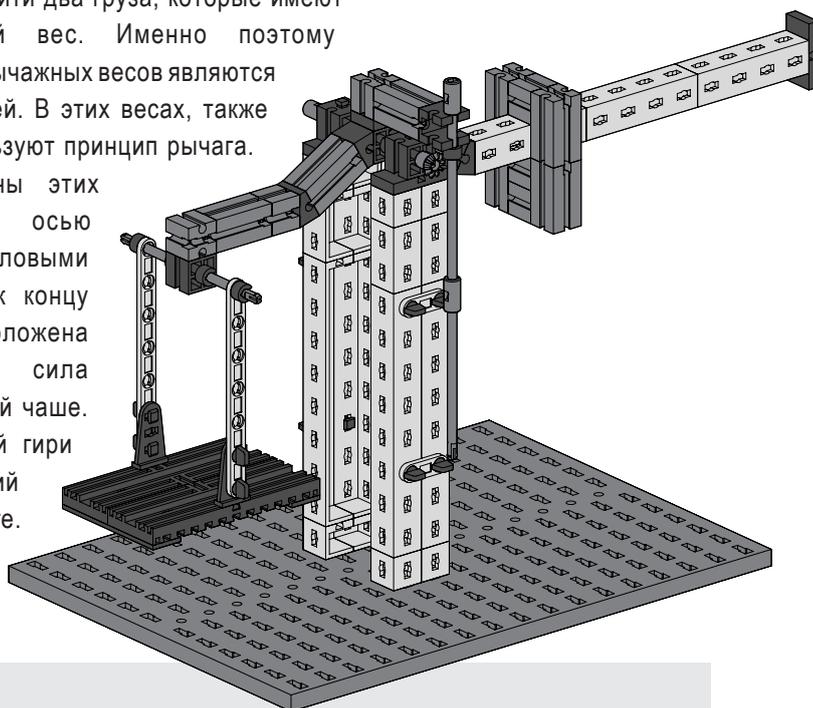
Рычажные весы



Весы с передвижной гирей

► Достаточно сложно найти два груза, которые имеют абсолютно одинаковый вес. Именно поэтому дальнейшим развитием рычажных весов являются весы с передвижной гирей. В этих весах, также как и в рычажных, используют принцип рычага.

Оба плеча перекладки этих весов, разделенные осью вращения, являются силовыми рычагами. Чем ближе к концу силового рычага расположена гиря, тем большая сила прикладывается к весовой чаше. С помощью передвижной гири можно изменить крутящий момент на силовом рычаге. Рычаг с весовой чашей называется подъемным рычагом.



Задание:

- Постройте весы с передвижной гирей.
- Передвигайте гирю так, чтобы весы пришли в равновесие, когда на чаше не будет никакого груза. Указатель, расположенный в центре весов, поможет вам это сделать.
- Положите груз на весовую чашу. Уравновесьте весы с помощью гири.



Полиспаst

Чтобы привести рычаг в равновесие, сумма крутящих моментов, создаваемых силой тяжести взвешиваемого груза и силой тяжести гири, должна равняться нулю. Звучит запутанно, но на самом деле это не сложно. Чем дальше от точки приложения рычага находится гиря, тем больше сила, уравновешивающая силу тяжести груза.

► Представьте себе, что вы захотели поднять своего друга вверх на канате. Хоть он и весит примерно столько же, сколько и вы, от вас потребуется внушительная сила, чтобы сделать это.

Канат, перекинутый через ролик, прикрепленный к потолку, поможет вам удержать тяжелый груз, но поднять этот груз будет нелегко. Модель полиспаста дает возможность легко поднять тяжелые грузы.





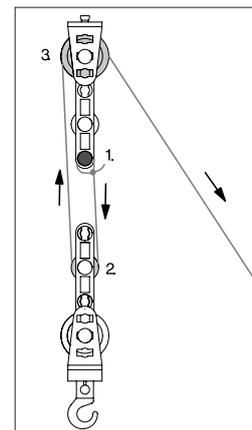
Полиспаст с двумя роликами

Задание:

- Соберите модель полиспаста с двумя роликами, один из которых будет закреплен, а другой — свободен.
- Подвесьте груз на крюк.
- Потяните канат на себя и определите, на какое расстояние вам надо оттянуть канат, чтобы поднять груз на 10 см. Много ли силы вам потребуется для этого?
- Запишите ваши наблюдения в таблицу.

	Длина каната [см]	Необходимая сила	Число ветвей каната
2 ролика			

В этой модели выигрыш в силе равен двум. На какое расстояние пришлось переместить конец каната, за который вы тянули?



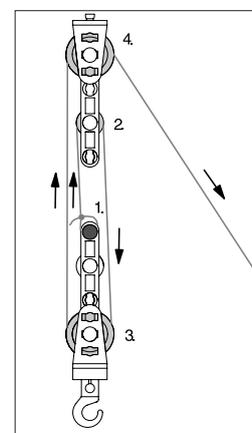
Полиспаст с тремя роликами

Задание:

- Добавьте в вашу модель третий ролик. Чтобы сделать это, обратитесь к инструкции по сборке.
- Определите, на какое расстояние пришлось переместить конец каната, чтобы поднять груз на 10 см. Много ли силы вам потребуется для этого?
- Запишите ваши наблюдения в таблицу и проведите сравнительный анализ.

	Длина каната [см]	Необходимая сила	Число ветвей каната
3 ролика			

Теперь, когда вы познакомились с принципом работы полиспаста, вы можете собрать грузоподъемное устройство с четырьмя роликами. Кроме того, вы можете использовать электродвигатель, чтобы не прилагать силу самому.



Полиспаст с четырьмя роликами

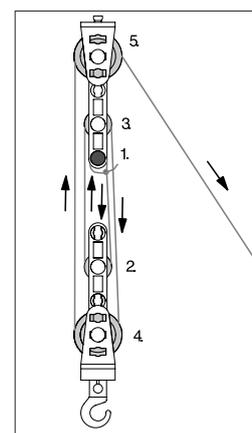
Задание:

- Добавьте в модель четвертый ролик и электродвигатель.
- С помощью обычных резинок закрепите мешочек с монетами на крюке.
- Может ли двигатель поднять монеты.

Чтобы поднять тяжелый груз с помощью небольшой силы, вам нужно грузоподъемное устройство с двумя, четырьмя или шестью роликами. Если пренебречь весом роликов и силой трения, то в зависимости от числа роликов грузоподъемное устройство уменьшает требуемое усилие в 2, 4 или 6 раз. Если бы груз поднимался без полиспаста, то двигатель должен был быть в четыре раза мощнее.

Однако тут есть свой недостаток: когда груз поднимается на 10 см, какую длину каната должен намотать двигатель?

10 см 20 см 30 см 40 см



В физике существует закономерность, которую еще называют «Золотым правилом». Она гласит: «Выигрывая в силе, мы проигрываем в расстоянии и времени!».

Мир статики

► Статика изучает условия равновесия тел под действием приложенных к ним сил. Поэтому статика является основой для расчетов при проектировании мостов и зданий.

На элементы конструкций действуют разные силы. Вес конструкции называется собственным весом. Вес людей, мебели и даже автомобилей называется нагрузкой.

Стол

► Ваш стол также является примером статической конструкции. Он выдерживает как свой собственный вес, так и вес нагрузки. Нагрузка — это тарелки, чашки, еда или напитки, которые находятся на столе. Чтобы стол выдерживал эти нагрузки, он должен обладать достаточной прочностью.



Задание:

- Соберите модель стола.
- Убедитесь, что раскосы верно соединены.
- Для начала положите на стол небольшой груз. Затем сбоку надавите на поверхность стола, а потом на одну из его ножек. Что происходит в каждом случае?

Особенностью модели стола являются его ножки. Они собраны из деталей, имеющих профиль в форме угла. Этим обеспечивается их высокая жесткость. Помимо ножек конструкция каркаса стола включает в себя раскосы и ребра жесткости. Обратите внимание на то, что все соединения между ножками стола, раскосами и ребрами являются шарнирными. Ребра жесткости и раскосы образуют треугольные сегменты, которые обладают большой жесткостью.

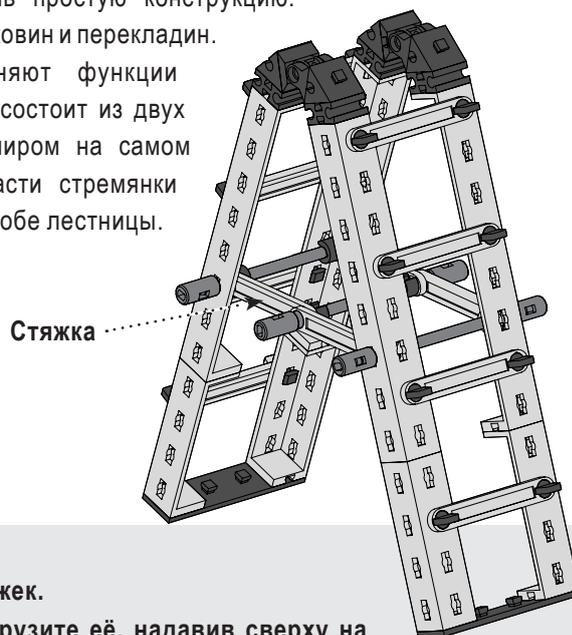
Таким образом, ваша модель стола является статически устойчивой для нагрузок с трех сторон (сверху и с любого из боков). В статике все точки соединения элементов называют узлами.



Задание:

- Уберите ребра жесткости и положите на стол груз. Как это повлияет на устойчивость стола?
- Установите ребра обратно, а раскосы уберите. Снова положите груз на стол. Насколько изменилась устойчивость вашего стола?
- Теперь уберите и ребра жесткости и раскосы. Положите груз на стол. Что вы наблюдаете?

► Лестница стремянка имеет очень простую конструкцию. Каждая нога стремянки состоит из боковин и перекладин. Эти перекладины также выполняют функции ступенек для лестницы. Стремянка состоит из двух половин, которые соединены шарниром на самом верху. В дополнение в нижней части стремянки имеются стяжки, которые соединяют обе лестницы.



Стремянка

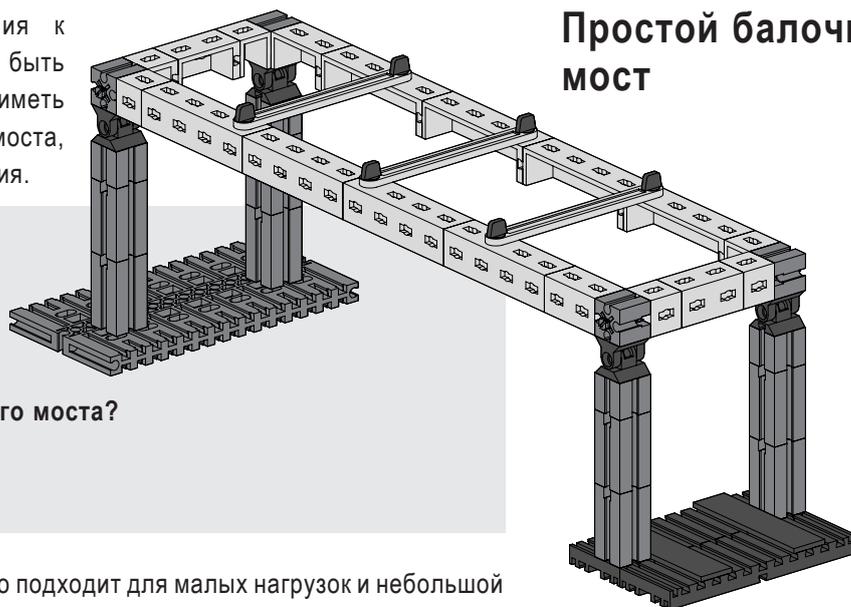


Задание:

- Соберите стремянку без стяжек.
- Установите стремянку и нагрузите её, надавив сверху на ступеньки и шарнир. Сохранит ли лестница устойчивость?
- Теперь установите стяжки на стремянке. Снова нагрузите лестницу. Остается ли лестница устойчивой?

Стремянка состоит из двух одинаковых частей, соединенных сверху шарниром. В зависимости от угла, на который разведены опорные ноги, стремянка может оставаться устойчивой и без стяжек. Но в определенный момент основание лестницы может заскользить, и половинки стремянки могут разойтись в разные стороны. Стяжки делают стремянку устойчивой.

Существует четыре главных требования к конструкции моста: хороший мост должен быть нужной длины, безопасным, дешевым и иметь хороший внешний вид. Построив модель моста, вы познакомитесь с основами мостостроения.



Простой балочный мост



Задание:

- Постройте модель моста.
- Положите любой груз на середину моста.
- Какова область применения такого моста?

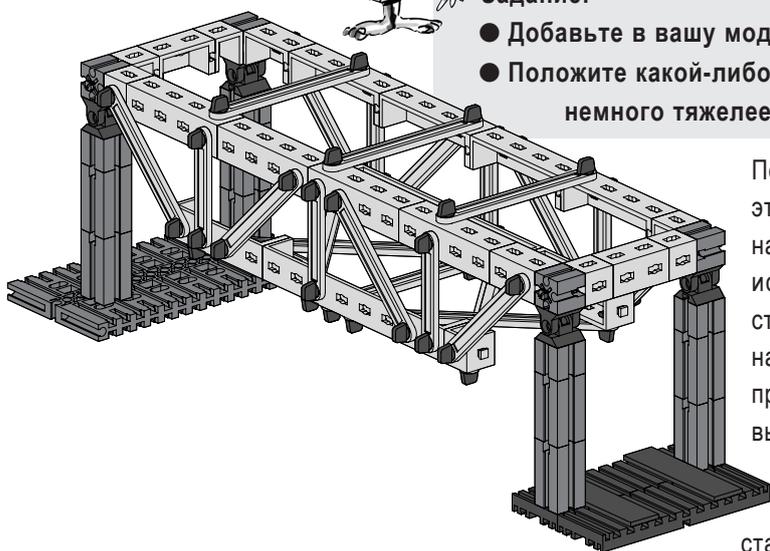
Этот однопролетный балочный мост отлично подходит для малых нагрузок и небольшой длины пролетов. Он соответствует всем требованиям. Однако если потребуется увеличить расстояние между опорами, то мост может потерять устойчивость.

Мост с движением по верхнему поясу

► Мосты с движением по верхнему поясу пролетного строения очень похожи на подвесные мосты, которые иногда можно встретить в горных ущельях. Но этот мост не имеет ничего общего с подвесным. Вы поймете, почему это так, проведя эксперименты с моделью.

Задание:

- Добавьте в вашу модель нижний пояс.
- Положите какой-либо груз на середину моста. В этот раз используйте груз немного тяжелее прежнего.

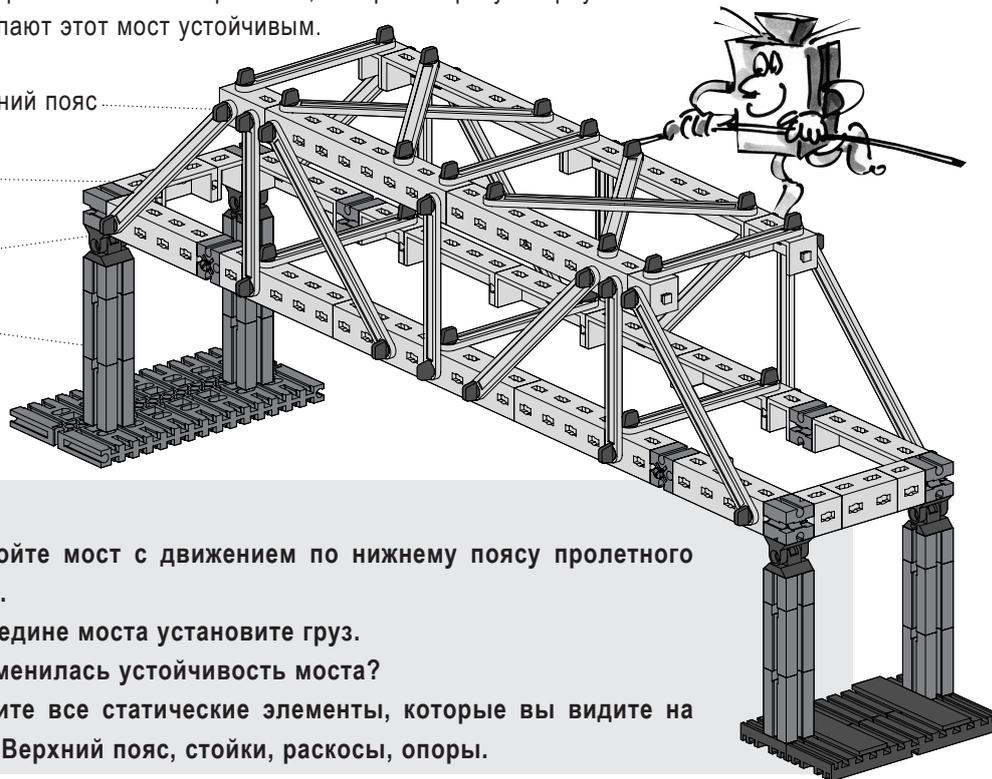


Поэкспериментировав с грузом, вы придете к выводу, что этот мост очень устойчив и может выдерживать большие нагрузки. Высокая устойчивость такого моста связана с использованием ферменной конструкции пролетного строения. Этот тип конструкции подходит для больших нагрузок, но не для больших пролетов. Наибольшей длиной пролетов обладают подвесные мосты, но они не способны выдерживать такие большие нагрузки. Мост с движением по верхнему поясу пролетного строения и подвесной мост имеют только внешнее сходство. С точки зрения статики они абсолютно разные.

Мост с движением по нижнему поясу

► Мост с движением по нижнему поясу пролетного строения может быть большой длины и выдерживать большие нагрузки. Этот мост также имеет ферменную конструкцию пролетного строения. Стойки и раскосы, которые образуют треугольные сегменты, делают этот мост устойчивым.

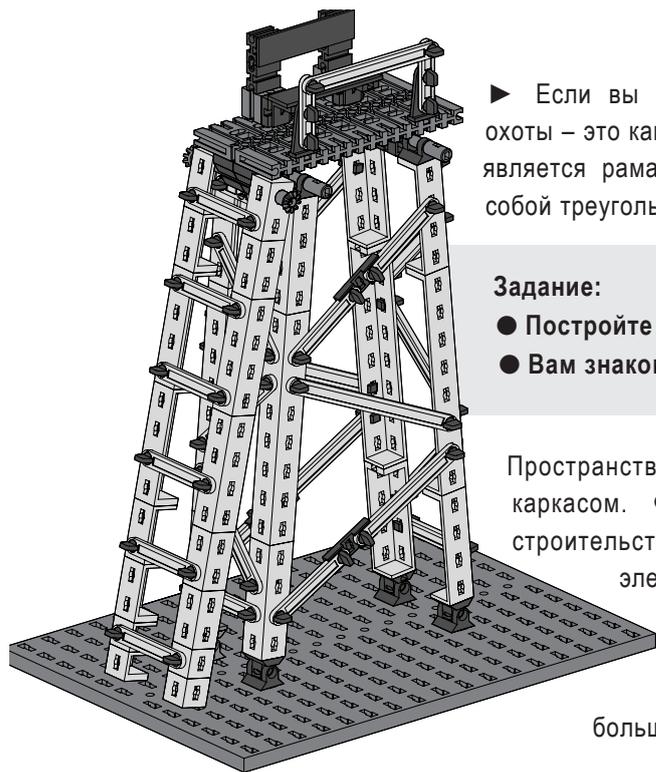
Верхний пояс
Стойка
Раскос
Опора



Задание:

- Постройте мост с движением по нижнему поясу пролетного строения.
- На середине моста установите груз.
- Как изменилась устойчивость моста?
- Назовите все статические элементы, которые вы видите на рисунке: Верхний пояс, стойки, раскосы, опоры.

Эта модель может выдерживать очень большие нагрузки. В ней сжимающее усилие передается не только на балку, но и распределяется на дополнительные элементы конструкции. Верхний пояс состоит из перекрещенных раскосов, прикрепленных к верхним узлам боковых элементов. Раскосы на верхней балке не дают мосту перекашиваться.



► Если вы хотите забраться повыше, то вышка для охоты – это как раз то, что вам нужно. Основой для вышки является рама, которая состоит из соединенных между собой треугольных сегментов.

Задание:

- Постройте модель вышки для охоты.
- Вам знакомы элементы конструкции?

Пространственная конструкция вышки называется каркасом. Ферменные каркасы используются для строительства домов, опор высоковольтных линий электропередач, мостов и других сооружений. Такая технология строительства позволяет экономить строительные материалы, а также обеспечивает большую устойчивость при сильном ветре.



Вышка для охоты



► Создавая предыдущие модели, вы приобрели некоторые знания в области механики и статики. Последняя модель объединит полученные вами знания в одно целое. Модель подъемного крана позволит вам разобраться, как взаимодействуют разные элементы конструкции, и определить, какую нагрузку она выдерживает.

Задание:

- Соберите основание для крана и установите на нем червячную передачу. Вспомните, для чего используется червячная передача? Сделайте запись в таблице.
- Затем соберите каркас. Знакомы ли вам элементы конструкции, которые здесь используются? Внесите их в таблицу.
- Стрела крана — это своего рода рычаг. Каким образом кран сохраняет равновесие? Как обеспечивается устойчивое положение стрелы?

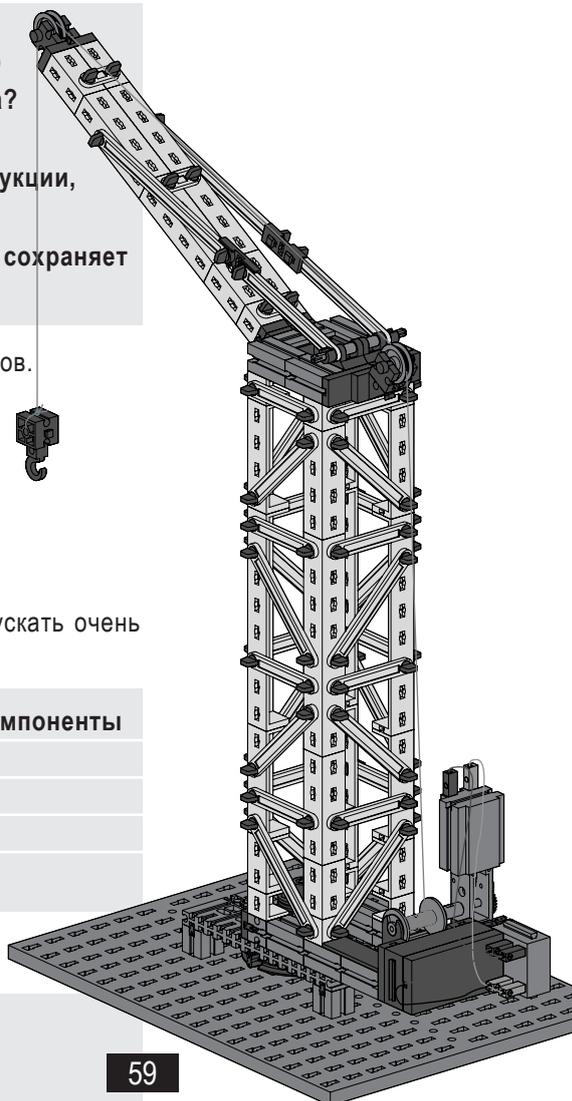


Существует несколько типов редукторов, используемых для поднятия грузов.

- Установите по очереди редукторы разных типов на модель крана.
- Сравните принципы их действия.
- Внесите результаты в таблицу.

Самым эффективным решением является использование полиспаста.

- Разработайте полиспаст для вашей модели крана.
- Что вы должны принять во внимание, если требуется поднимать и опускать очень тяжелые грузы?



Сборочный узел	Преимущества, особенности	Применение	Компоненты
Механика			
Червячная передача			
Статика			
Рычаг			



A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.