

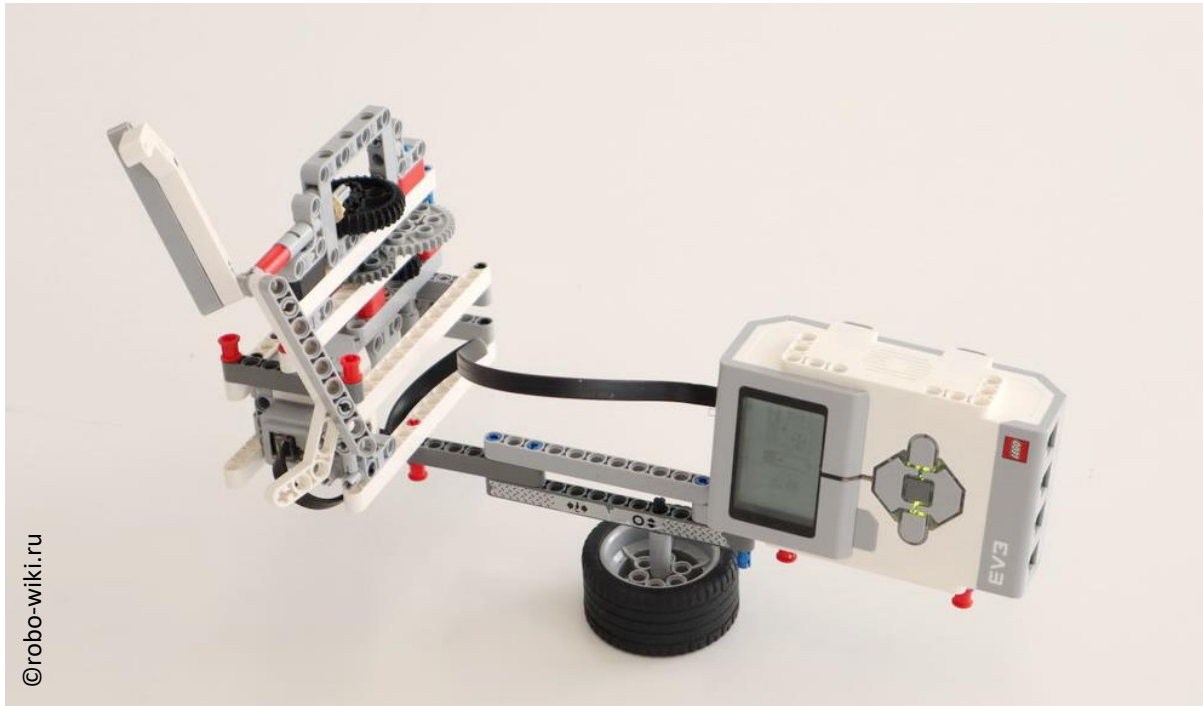


Моторные механизмы

Электрический самолет с ВОЗДУШНЫМ ВИНТОМ

Версия документа: 1.0

Внешний вид:



Оборудование: базовый набор Lego Mindstorms Education EV3.

Механизмы: зубчатая передача.

Описание.

В этой работе ты поближе познакомишься с воздухоплаванием, соберешь электрический самолет с пропеллером, который вращается вокруг неподвижной опоры и запрограммируешь микрокомпьютер для автоматического подсчета количества витков с помощью гироскопического датчика.

Задачи:

1. Изучи теорию.
2. Ответь на вопросы.
3. Собери модель электрического самолета, который вращается на подставке.
4. Измени конструкцию так, чтобы твой самолет вращался быстрее остальных.
5. Проведите соревнование, чей самолет совершит больше витков вокруг опоры за 120 секунд.



6. Добавьте датчик «Гироскоп». Сделайте так, чтобы после истечения 120 секунд на экран микрокомпьютера выводилось число совершенных оборотов вокруг опоры.

Внимание! Скорость вращения лопастей винта очень большая! Во избежание травм глаз рекомендуем использовать защитные очки!

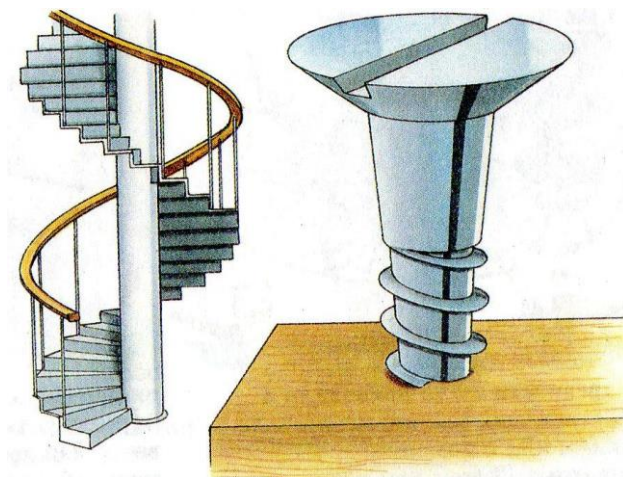




Справка

Ты уже знаешь про такой простой механизм, как **ВИНТ**. Чаще всего винт рассматривают как частный случай наклонной плоскости, направленной под углом вдоль центрального тела цилиндрической или конической формы (резьба у болта, винтовая лестница, шнек у ледобура или мясорубки).

Выигрыш в силе у винта пропорционален отношению расстоянию, которая точка на поверхности винта проходит за один оборот винта, к кратчайшему расстоянию между соседними витками (шаг винта).



Винт как простой механизм

Итальянский художник, изобретатель и писатель Леонардо да Винчи (1452 - 1519) рассматривал возможность применения классического винта для создания вертолета. Но такая конструкция не нашла реального применения в технике.

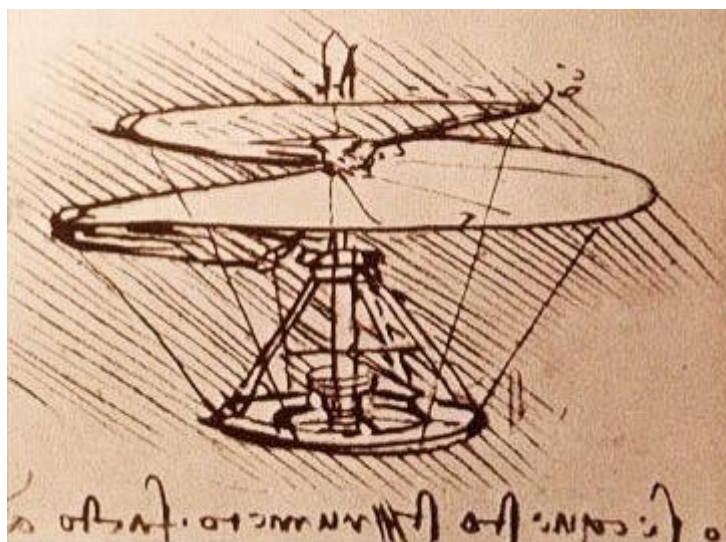
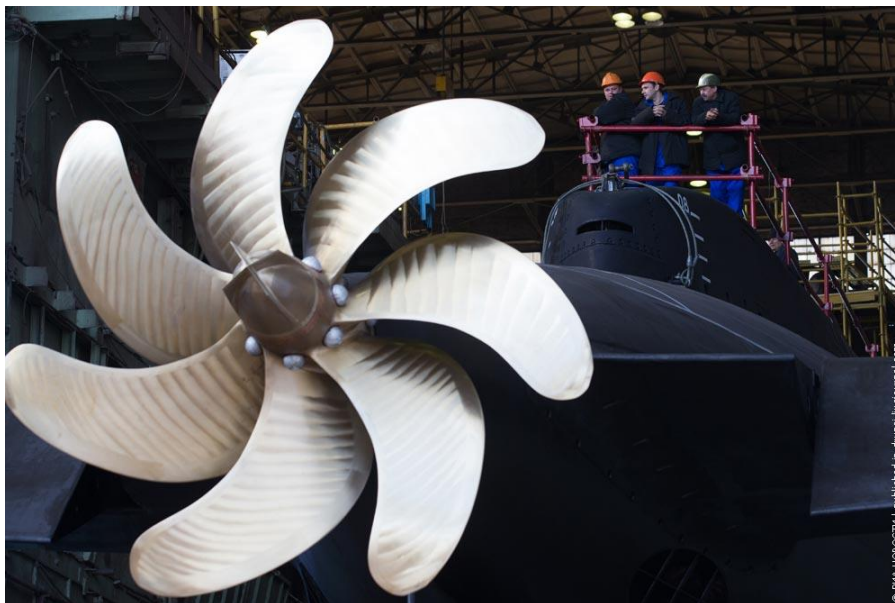


Рисунок вертолёта Да Винчи. 1480-е годы

Большое распространение в качестве движителя для летающих и плавающих аппаратов получили **лопасти**. Лопасти представляют собой наклонные плоскости, которые вращаются вокруг некоторой оси с большой скоростью и разгоняют поток воздуха или воды в нужную сторону. **Винты с лопастями** получили



распространение в воздухоплавании (воздушный винт) и в мореплавании (гребной винт).



Лопасты гребного винта российской подводной лодки



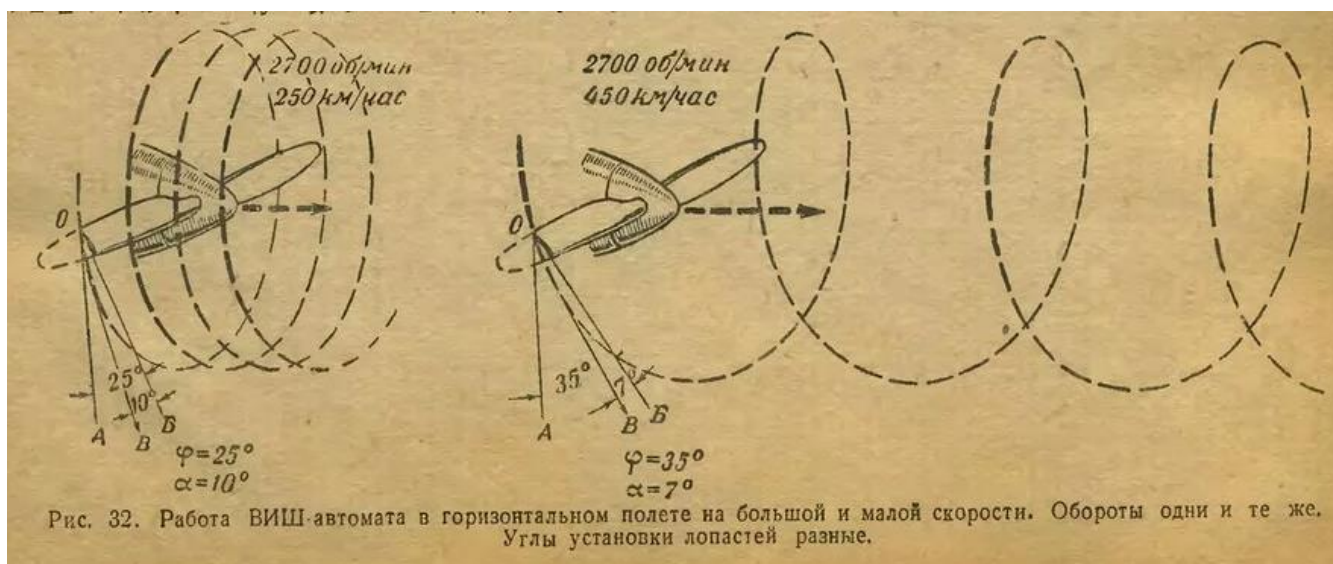
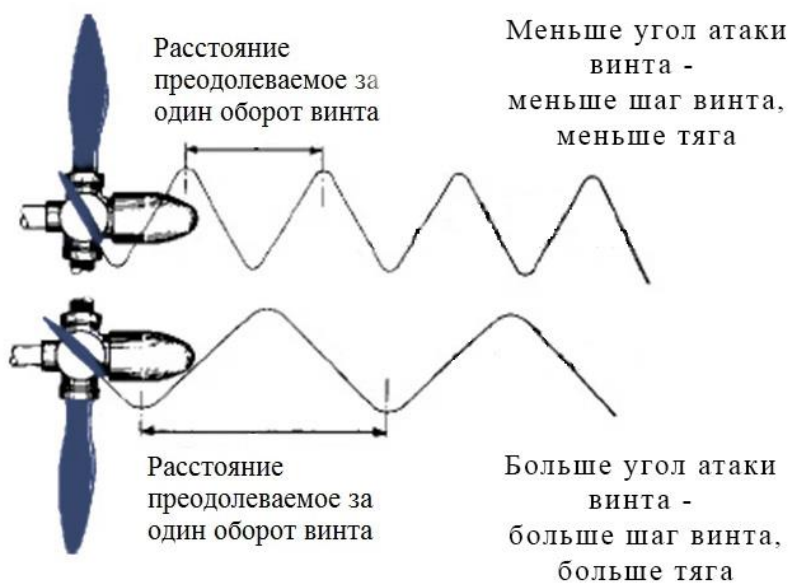
Истребитель Ла-7 трижды героя СССР Ивана Кожедуба

Воздушный винт имеют самолеты, вертолеты, дирижабли, суда на воздушной подушке, ветрогенераторы, воздушные мельницы и другие устройства. В самолетах такой винт принято называть **пропеллером** (от англ. propeller, лат. propello - гоню, толкаю вперед).

Пропеллер преобразует энергию (крутящий момент) от двигателя в тягу, которая получается за счет разницы давлений на разных сторонах от лопасти. **Тяга** регулируется не только изменением **количества оборотов двигателя**, но и **шагом винта**. **Шаг винта** – это расстояние, которое проходит винт в результате его поступательного движения за один оборот (представьте, что вы закручиваете гайку).



Шаг винта напрямую зависит от того, на какой угол повернута лопасть относительно плоскости вращения – этот параметр называется в аэродинамике **углом атаки**.



Пример изменения скорости самолета в зависимости от изменения угла атаки лопастей винта



Самолеты с воздушным винтом используют **три основных типа двигателей**.

1. На заре появления самолетостроения все самолеты были **поршневыми** и использовали двигатели внутреннего сгорания (ДВС) с кривошипно-шатунным механизмом, преобразующим возвратно-поступательное движения поршня во вращательное движение коленвала, а затем и винта. Поршневые двигатели в свою очередь делились на бензиновые и дизельные.



Самолет российского конструктора Якова Модестовича Гаккеля «Геккель-3». Первый полет - 24 мая 1910 г.

Самолет «Флайер-1», который совершил 17 декабря 1903 года первый в мире управляемый полет, был сконструирован братьями Орвиллом и Уилбуром Райт (США) и использовал обычный поршневой двигатель автомобиля. Позже для самолетов стали разрабатывать свои двигатели внутреннего сгорания.



Экспериментальный самолет «Флайер-1» братьев Райт



2. Еще в 10-х годах 20 века начали разрабатывать **турбовинтовые двигатели** (ТВД). Первые рабочие образцы, которые можно было установить на самолет, появились лишь в 30-е годы. В отличие от ДВС, вал в турбовинтовом двигателе раскручивает **турбина**, состоящая из множества лопаток (лопастей), которые раскручиваются за счет силы вырывающихся с большой скоростью из камеры сгорания газов. С вала скорость передается на лопатки турбокомпрессора, который закачивает в камеру сгорания воздух, насыщенный кислородом. Также вал передает вращение на понижающий редуктор (трансмиссию), а дальше - на пропеллер.

Основную тягу в таком двигателе, в отличие от турбореактивных, создает воздушный винт, и небольшую часть – реактивная струя выхлопных газов.



Самолет Ту-95 с 4-мя турбовинтовыми двигателями. Справа – схема устройства ТВД

3. **Электрический двигатель** позволяет избавиться от вредных выхлопов и шума. К тому же, такой двигатель намного проще устроен и имеет меньшую массу, по сравнению с ДВС и ТВД двигателями. Но к настоящему времени электрические самолеты еще мало распространены, так как подобные двигатели пока имеют недостаточную мощность, а электрические самолеты - недостаточную дальность полета из-за ограничений в емкости аккумуляторных батарей.



Самолеты с электрическим двигателем. Справа - электродвигатель



Кроме функции **двигателя** воздушный винт может выполнять другие функции. У вертолетов верхний винт называется **несущим**, а расположенный в хвосте – **рулевым винтом**.



Литература:

1. Авиамузей: история отечественной авиации - <http://авиару.рф/aviamuseum/aviatsiya/>
2. Воздушный винт - https://ru.wikipedia.org/wiki/Воздушный_винт

Вопросы:

1. Рассмотрите следующую классификацию летательных аппаратов и напишите, к какому классу относятся заданные машины.

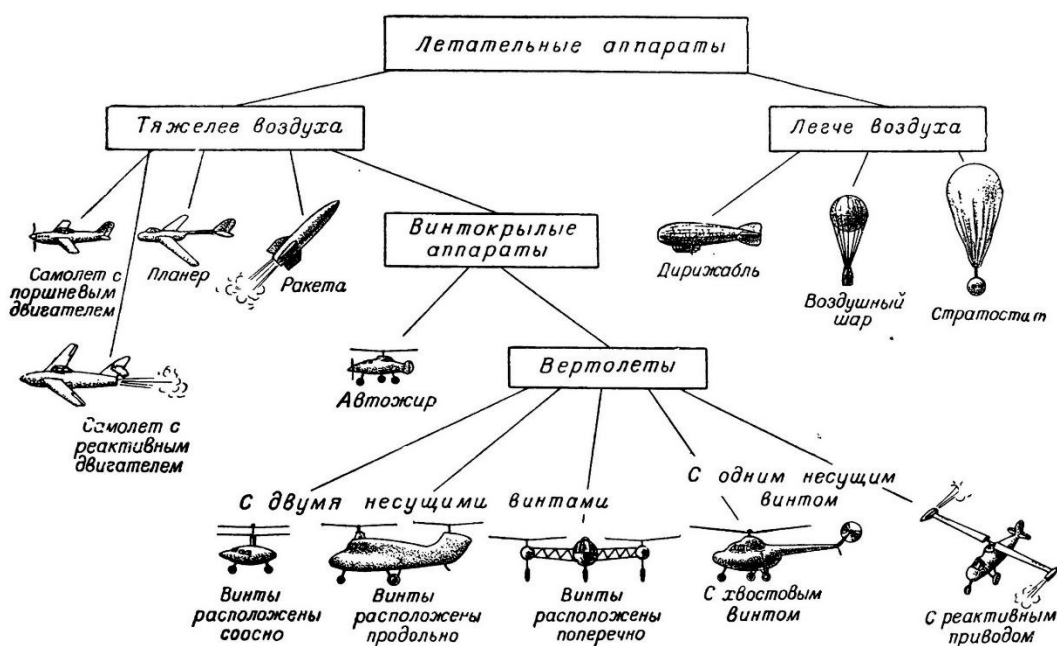


Рис. 16. Общая классификация летательных аппаратов и место вертолетов среди них



1.



Ка-27

2.



3.



Ми-26

4.



Ил-2

5.



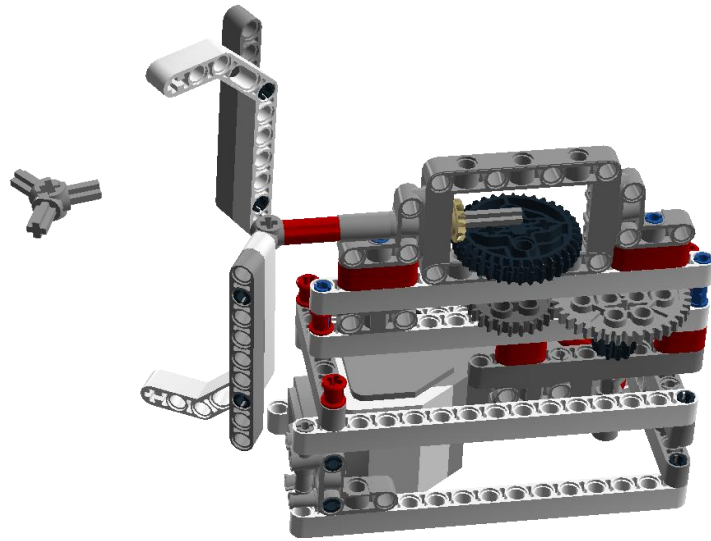
6.



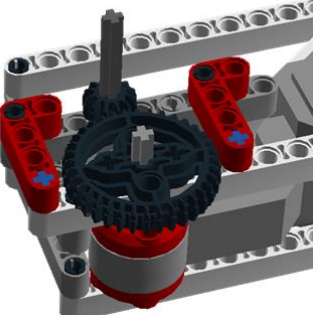
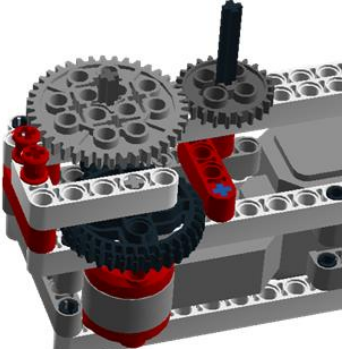
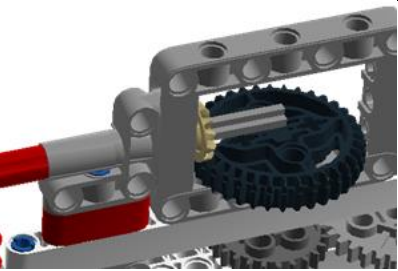
Ту-104



2. Какой угол атаки имеют лопасти винта в данной конструкции (угол между полуосьями тройника - 120 градусов):



3. Вычисли скорость вращения винта, если скорость вращения вала на электромоторе – 120 об./мин. Мультипликатор имеет три повышающие передачи. Для ответа на вопрос тебе понадобится вычислить общее передаточное отношение.

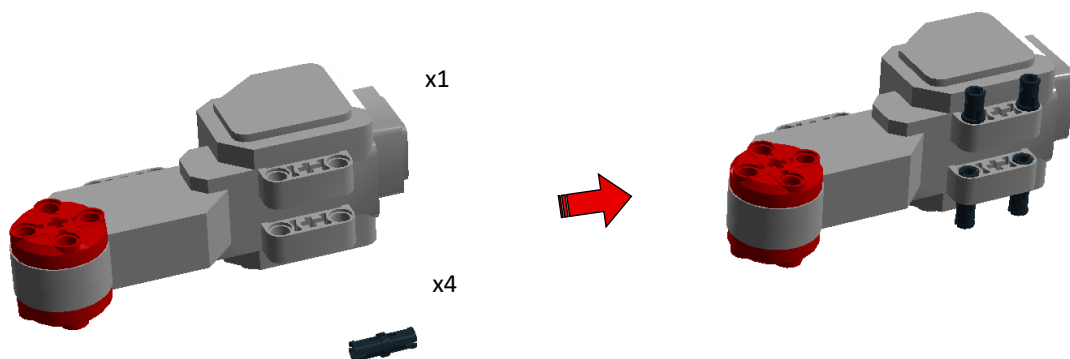
$i_1 =$	$i_2 =$	$i_3 =$
		
$i = i_1 * i_2 * i_3 =$		



Сборка электрического самолета

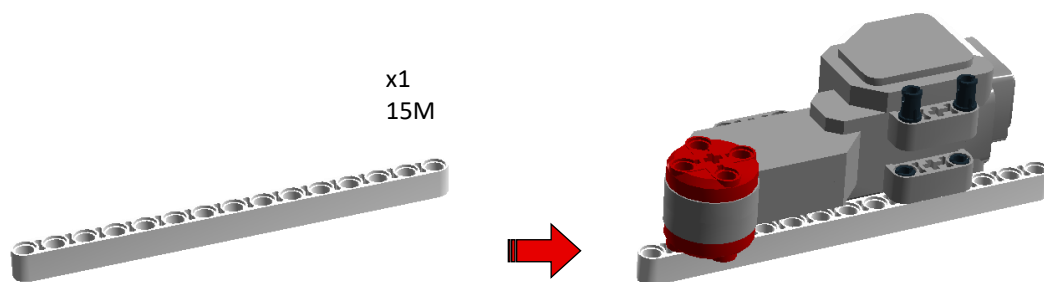
1

В качестве двигателя электросамолета будем использовать большой сервомотор EV3



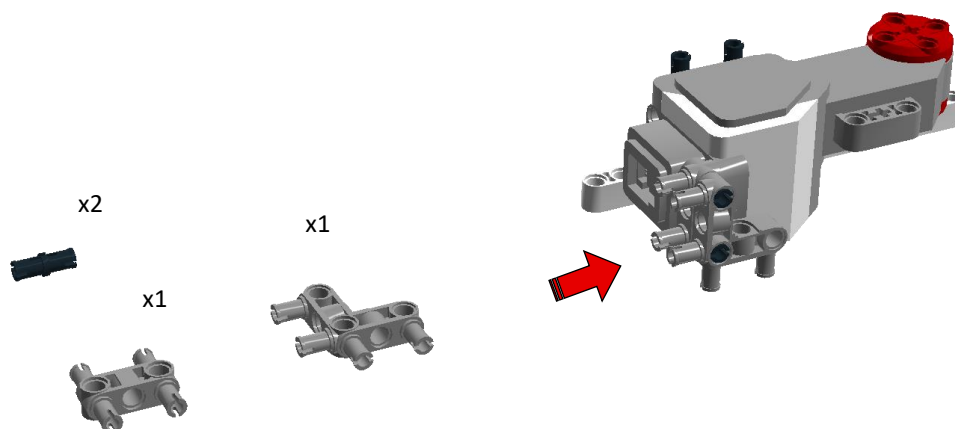
2

Установи балку на 15 модулей



3

Установи крепежные детали

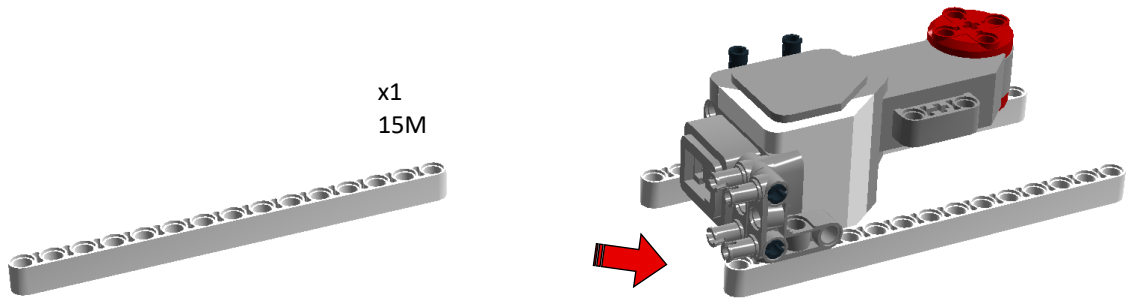




Установи еще одну балку на 15 модулей

4

x1
15M

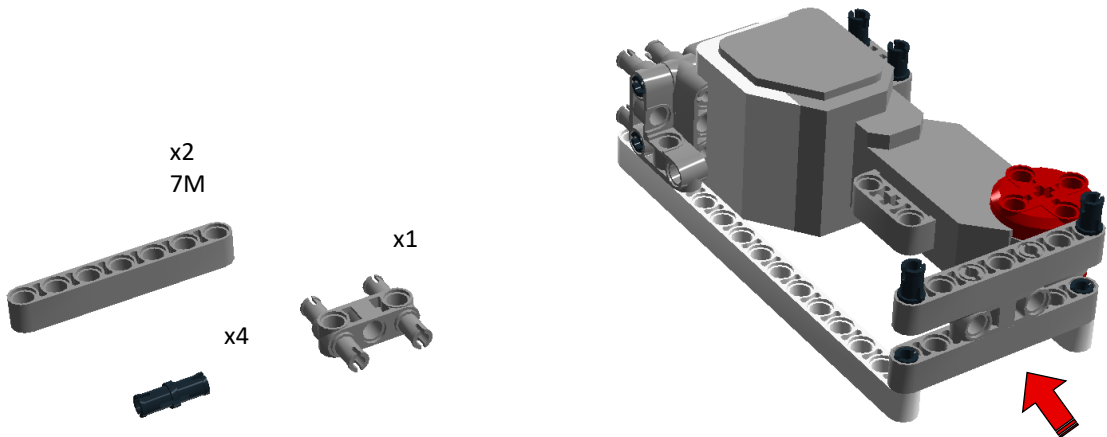


5

x2
7M

x1

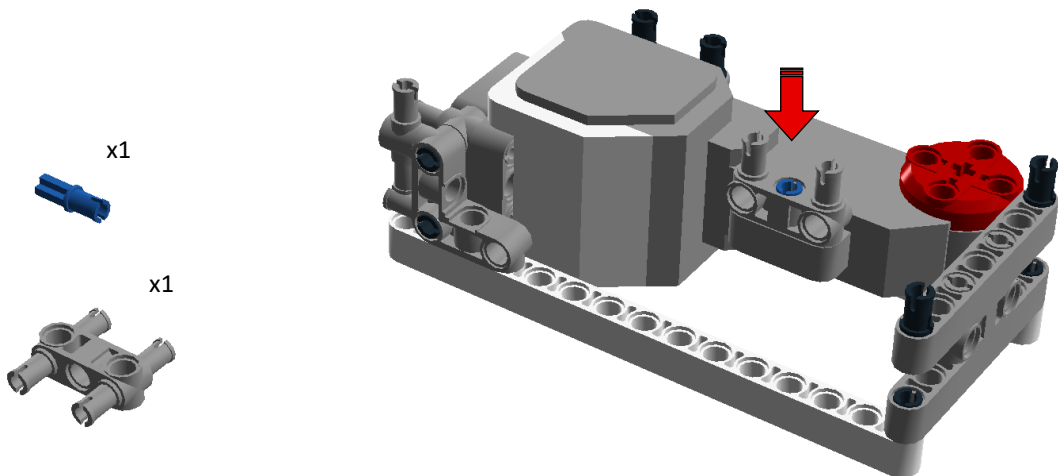
x4



6

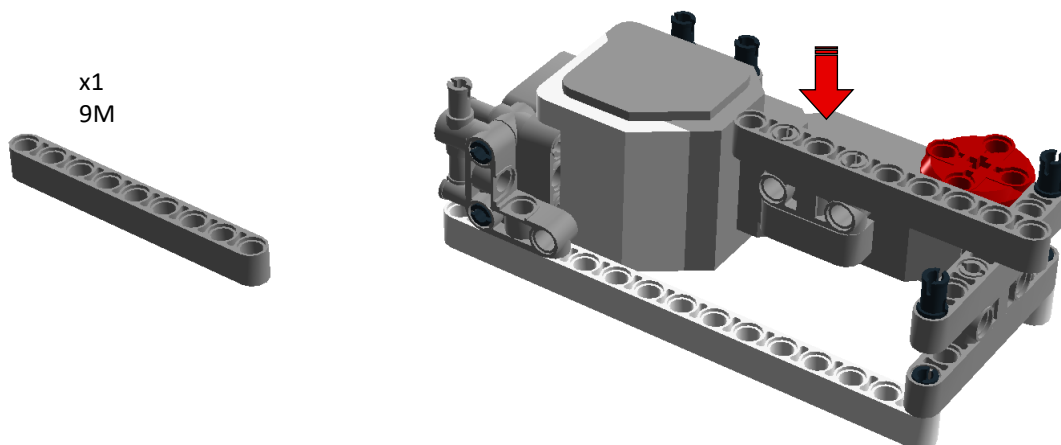
x1

x1



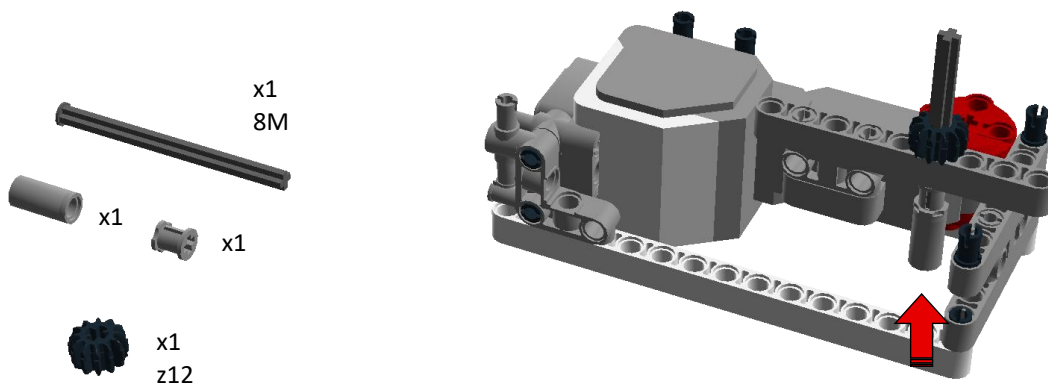


7



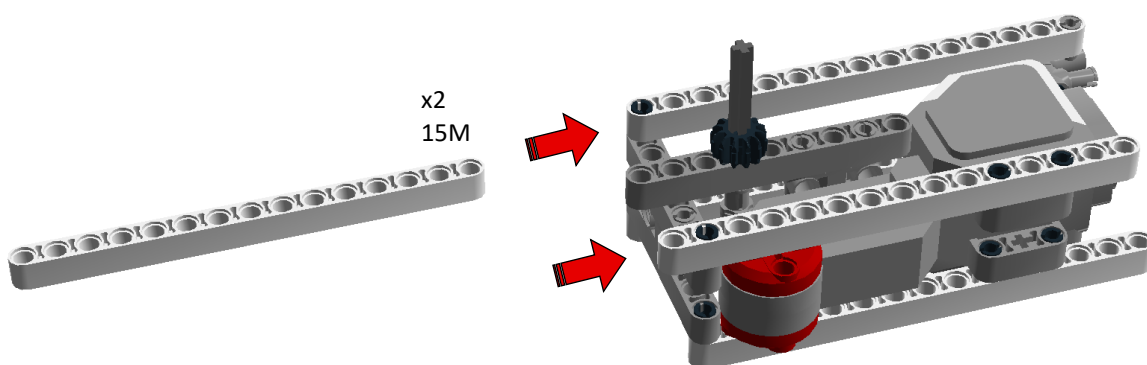
Установи ось со шляпкой длиной 8 модулей. Сверху необходимо поставить ведомое зубчатое колесо на 12 зубчиков

8



Установи еще две балки на 15 модулей для формирования корпуса самолета

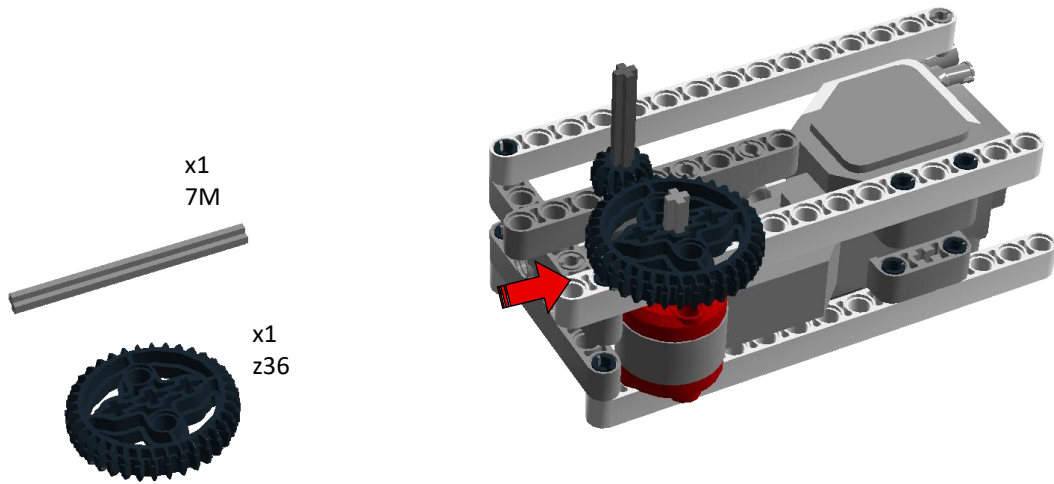
9





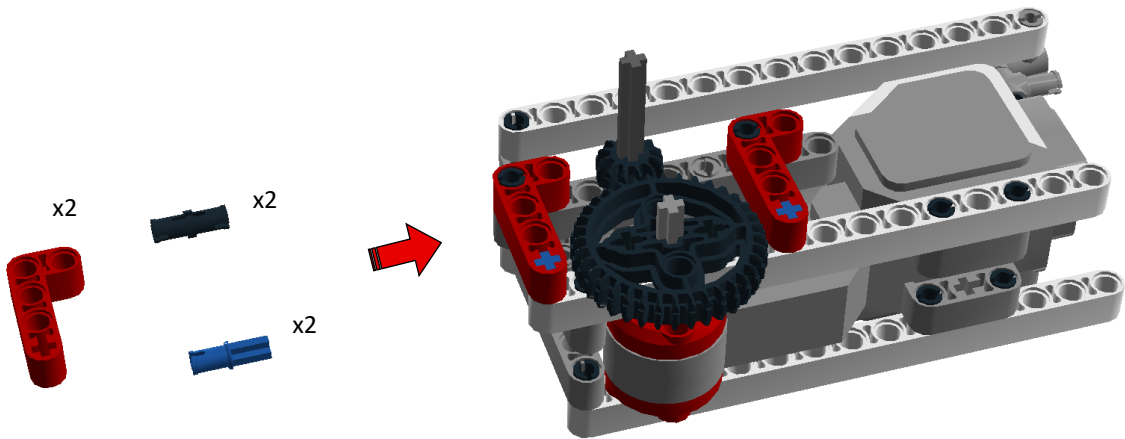
Установи ведущее зубчатое колесо на 36 зубчиков

10

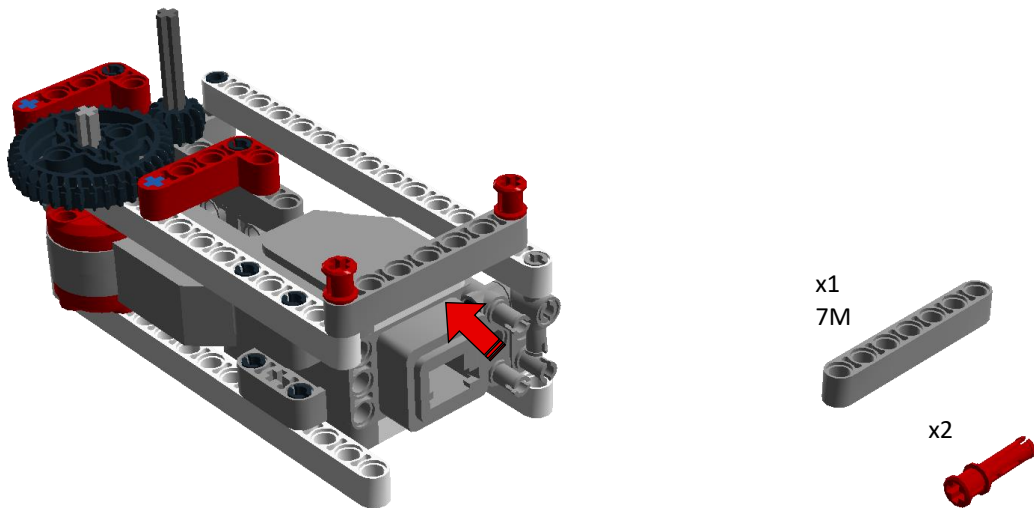


Красные L-балки необходимы для увеличения жесткости конструкции. Без них очень высока вероятность потери зацепления в зубчатой передаче при включении мотора

11



12





<p>13</p>	<p>Установи балку на 15 модулей и зафиксируй ее с помощью штифта и короткой оси со шляпкой</p>
<p>14</p>	<p>Чтобы ведущее зубчатое колесо не «вылетало», зафиксируем его дополнительно</p>
<p>15</p>	<p>Собери вторую повышающую передачу</p>



16 Установи еще одну балку на 15 модулей

x1
15M

x1

x1

x1

17 Соберем корпус для последней повышающей передачи

x2

x1

18 Установи две балки на 3 модуля

x2
3M

x2



19

Установи собранный корпус, как показано на схеме

20

Установи зубчатое колесо на 36 зубчиков

21

Закончи сборку последней повышающей передачи. Данная ось будет приводить в движение воздушный винт



Собери лопасти винта

22

Установи деталь-тройник. Полуоси этой детали находятся под углом 120 градусов относительно друг друга. Деталь позволит закрепить балки воздушного винта под углом 30 градусов (= 120 - 90) к плоскости вращения

23

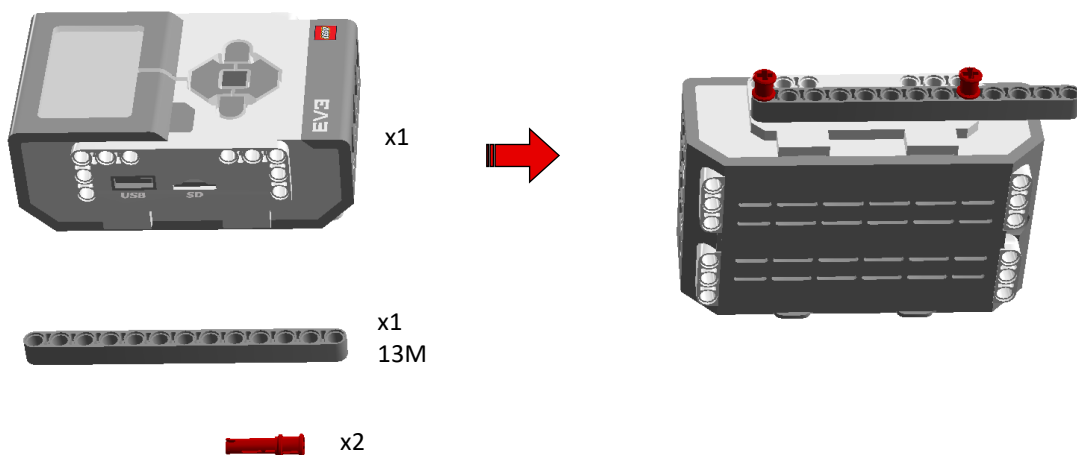
Закрепи лопасти воздушного винта на полуосях тройника

24



Теперь нужно связать корпус самолета с микрокомпьютером EV3. Сделать это нужно так, чтобы вся установка свободно вращалась относительно опоры

25

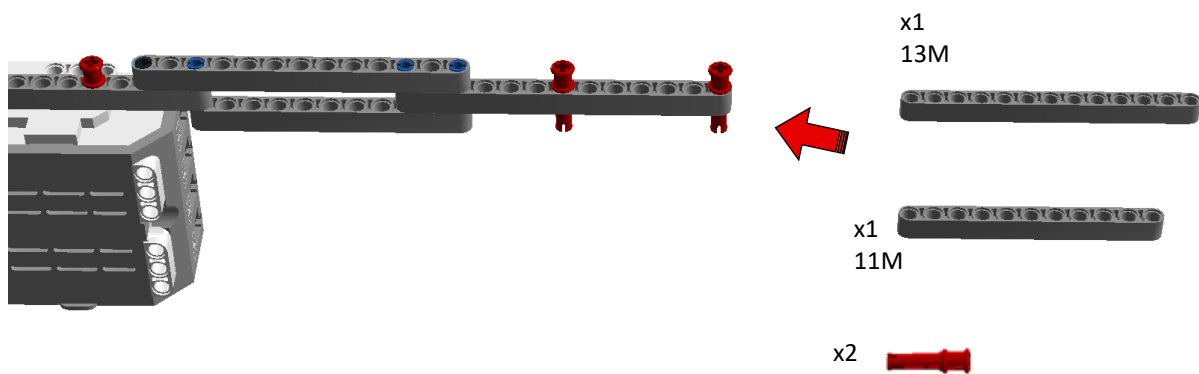


Соберем рычаг, который свяжет блок EV3 и корпус самолета

26



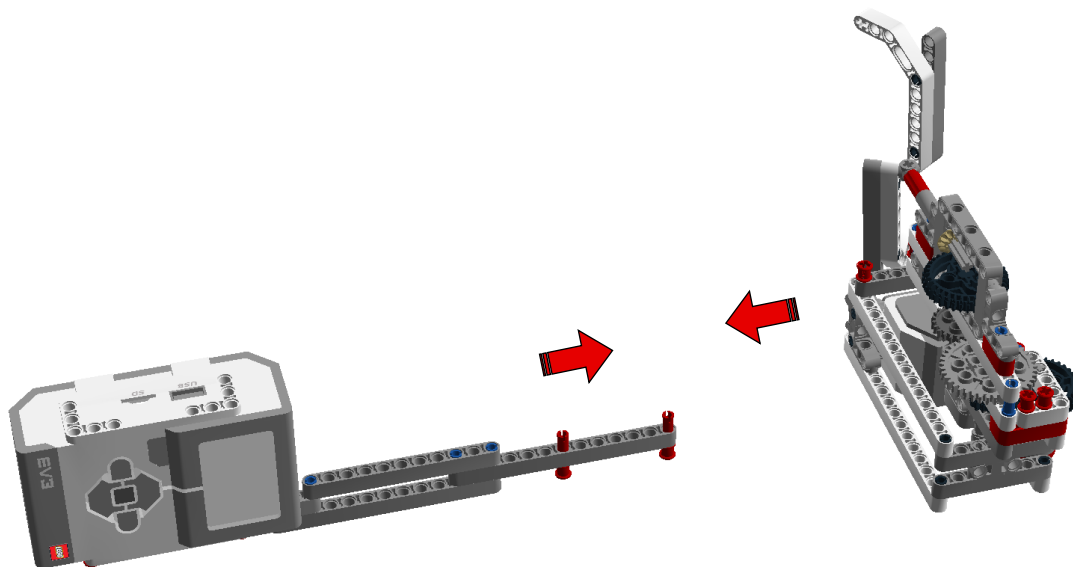
27



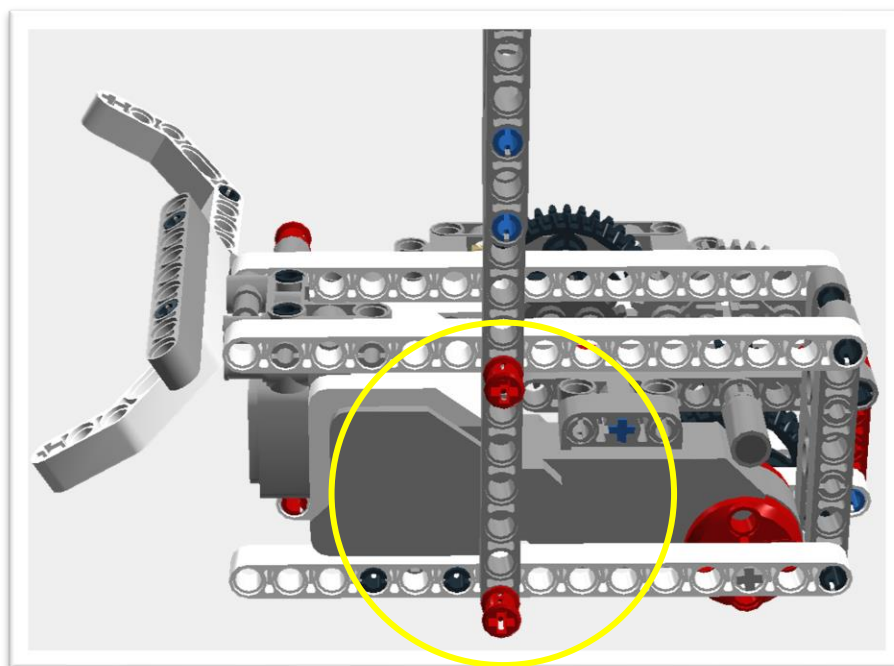


Соедини две конструкции вместе так, чтобы балка проходила примерно через точку равновесия самолета. Если закрепить балку левее или правее, самолет будет двигаться с заметным перекосом

28



Место крепления крупным планом:





29	<p>Собери опору</p>
30	<p>Установи опору в точку равновесия рычага</p>
31	<p>Соедини мотор с блоком EV3: D – большой мотор</p>



Вид на собранную модель:



Составные части конструкции:

