

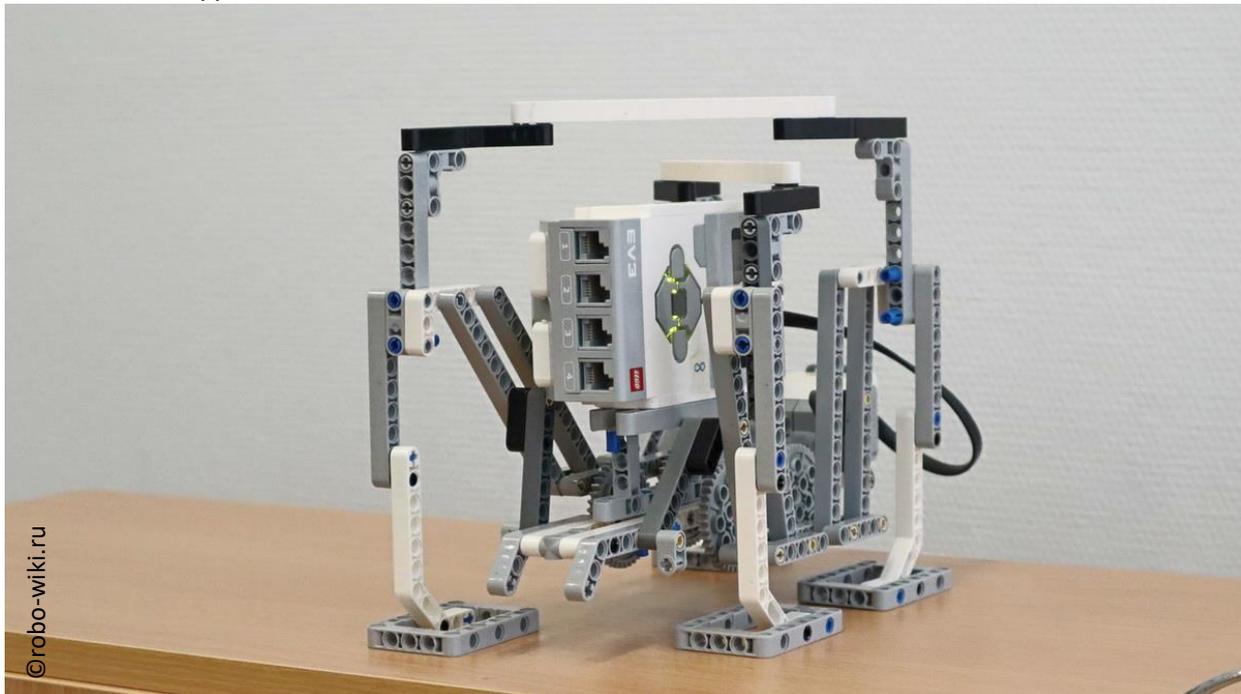


# Шагающие механизмы

## 🔑 Стопоходящая машина Чебышёва

Версия документа: 1.0

Внешний вид:



**Оборудование:** 2 базовых набора Lego Mindstorms Education EV3 или 1 базовый + 1 расширенный набор.

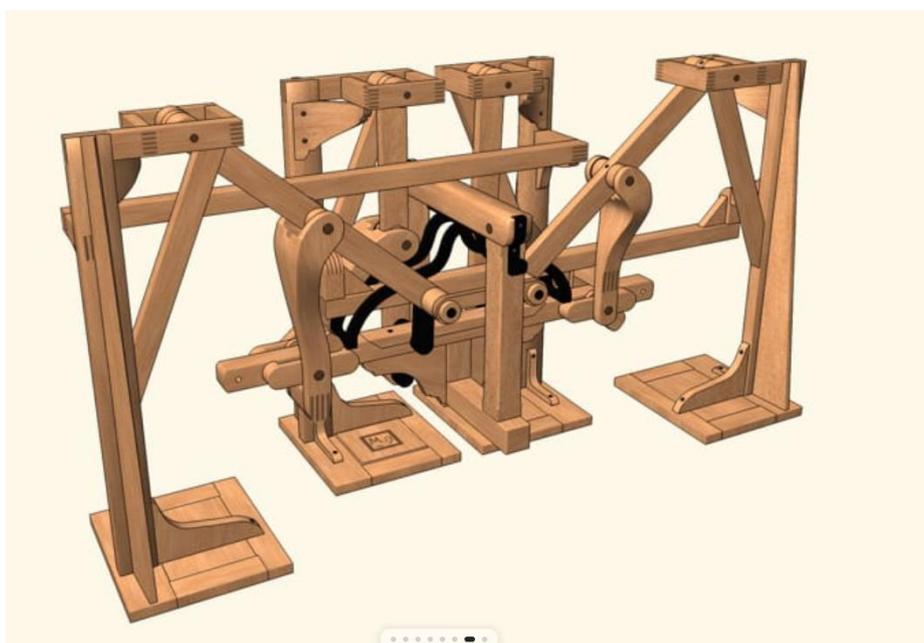
**Механизмы:** лямбда-механизм Чебышёва.

**Описание.** Великий русский математик, основоположник петербургской математической школы, академик Петербургской академии наук и 24 академий мира, Пафнутий Львович Чебышёв (1821-1894) оригинальным образом подошел к проблеме преобразования вращательно движения по окружности (например, от парового двигателя) в поступательное движение машины.



Чебышёв, являясь профессором Санкт-Петербургского университета, большую часть жалования тратил на изобретение и изготовление своих механизмов. В своей научной деятельности он сочетал теорию и практику, разработал теорию равномерных приближений и был основоположником математической теории синтеза механизмов. Ему принадлежит множество оригинальных идей в области построения механизмов, которые можно посмотреть на сайте [tcheb.ru](http://tcheb.ru) в виде анимированных 3D-моделей.

Описанный здесь механизм Чебышёв назвал «стопходящей машиной» и воплотил в дереве и железе. Первый в мире шагающий механизм, изобретенный российским математиком, получил широкую известность на Всемирной выставке в Париже в 1878 году.

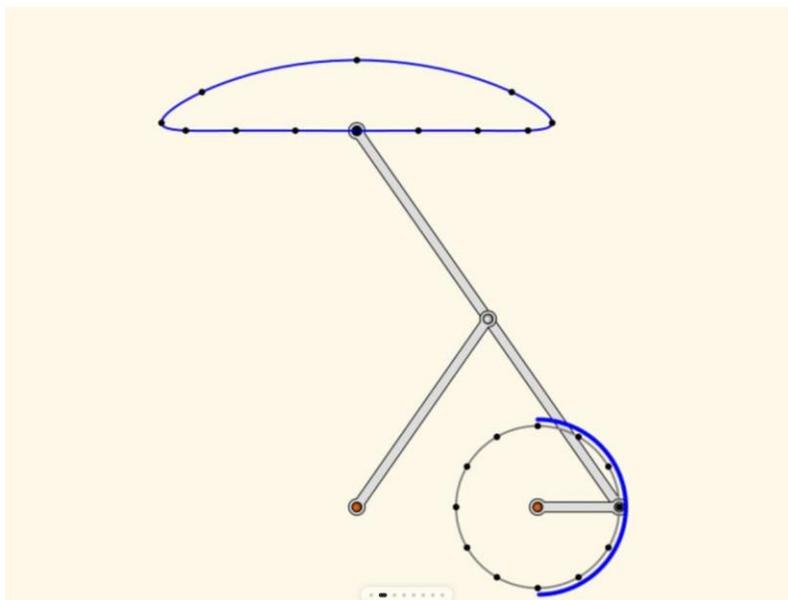


3D-модель стопходящей машины Чебышёва. [etudes.ru](http://etudes.ru)



Оригинал стопоходящей машины Чебышёва сохранился в Политехническом музее города Москвы, по которому была создана анимированная 3D-модель. Работу механизма можно увидеть [на сайте «Математические этюды»](#).

Основная часть стопоходящей машины - «лямбда механизм». Такое название пошло из-за схожести механизма с греческой буквой «лямбда» ( $\lambda$ ).



Лямбда-механизм Чебышёва. etudes.ru

Верхняя точка условного «шатунна», если приводить аналогию кривошипно-шатунным механизмом, описывает траекторию, напоминающую шляпку гриба. При этом нижняя часть траектории является прямой линией. Присоединив к этой балке вертикально стоящую «ногу» со стопой, мы получим основу для шагохода. Ноги стопоходящей машины связываются по диагонали с помощью балок, что обеспечивает их вертикальное положение.

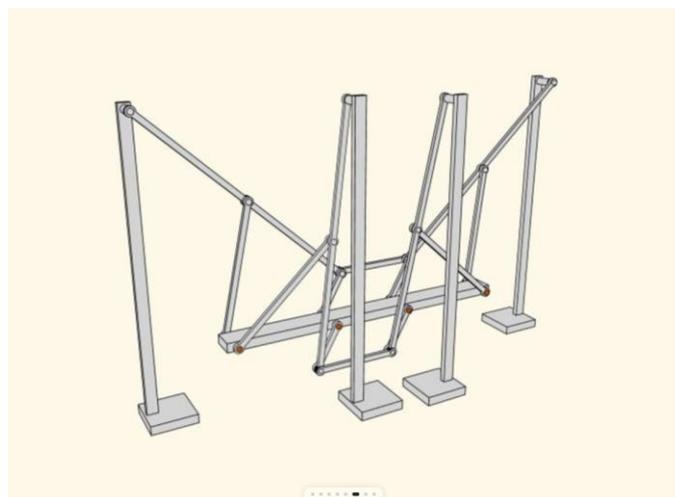
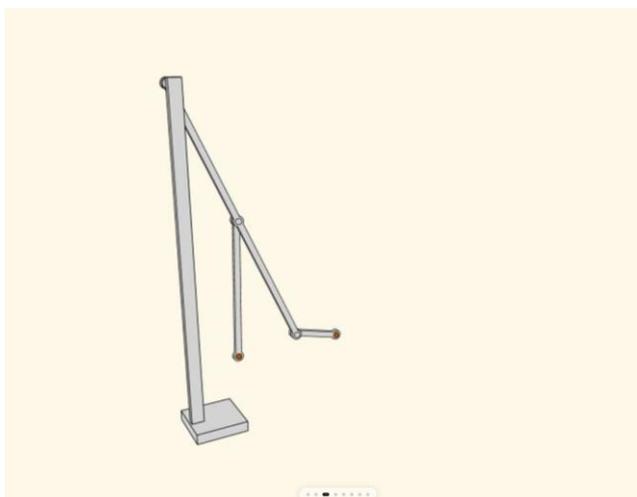


Схема конструкции стопоходящей машины Чебышёва. etudes.ru



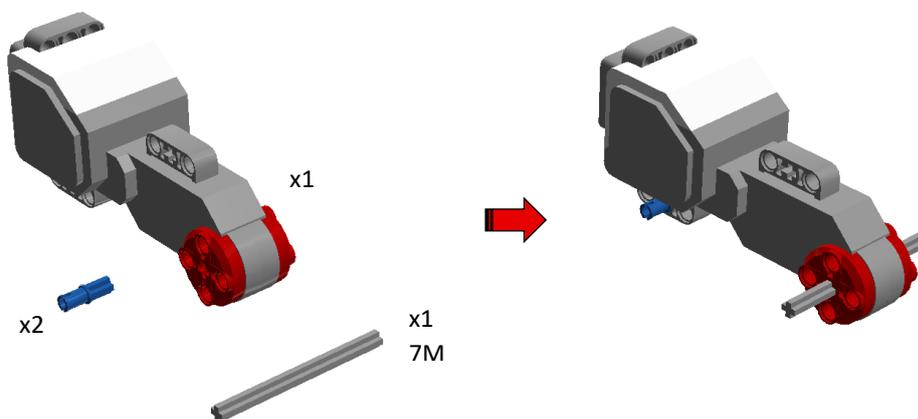
## Задачи:

1. Ознакомьтесь с [биографией русского математика и механика Пафнутия Чебышёва](#).
2. Изучите работу стопоходящей машины [на примере анимированной 3D-модели](#).
3. Соберите модель стопоходящей машины по инструкции, используя образовательный конструктор Lego EV3.

# Сборка стопоходящей машины Чебышёва на базе Lego EV3

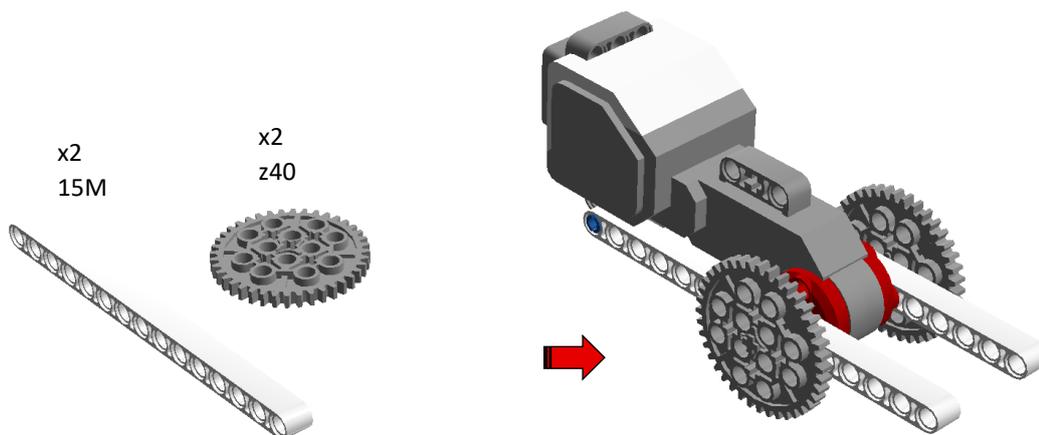
Начнем сборку шагохода с большого мотора

1



Установи два ведущих зубчатых колеса на 40 зубчиков

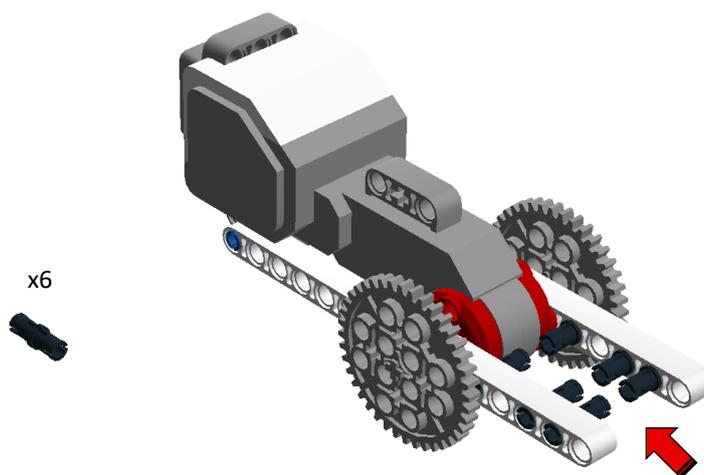
2





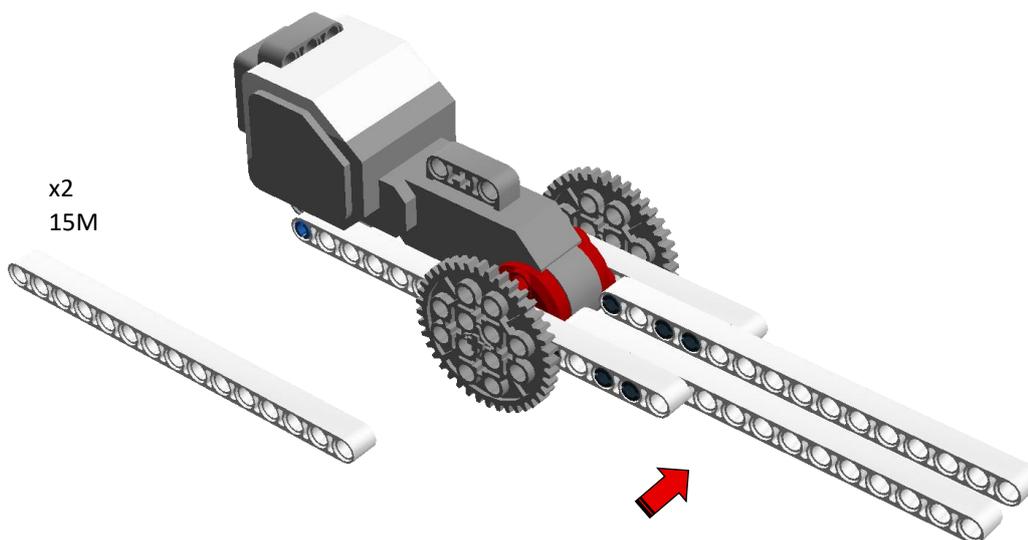
3

Установи штифты для закрепления дополнительных балок



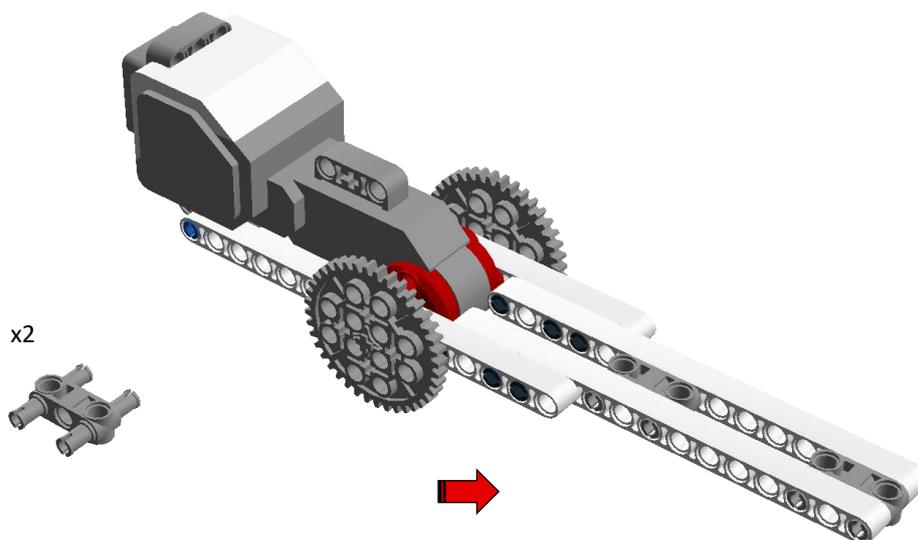
4

Установи две балки для удлинения рамы



5

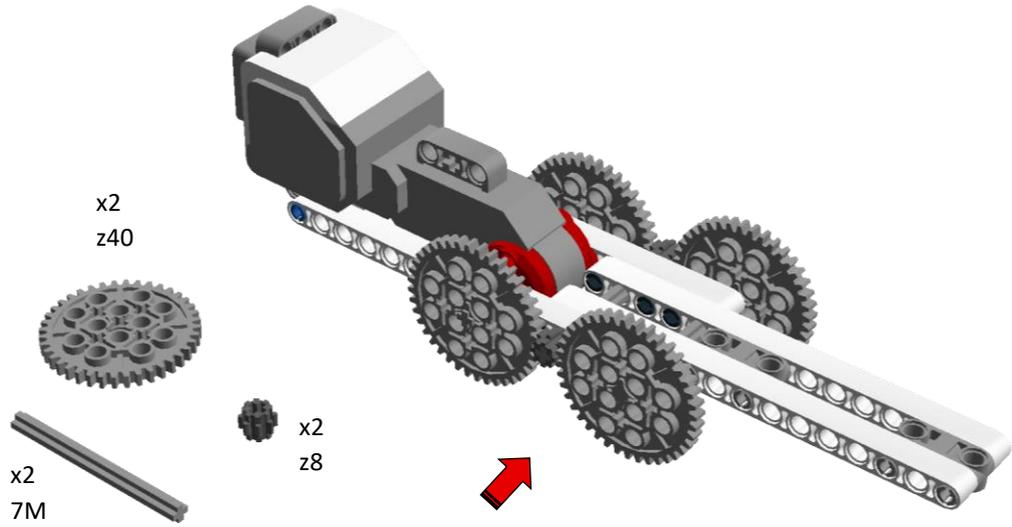
Закрепи две штифтовые балки



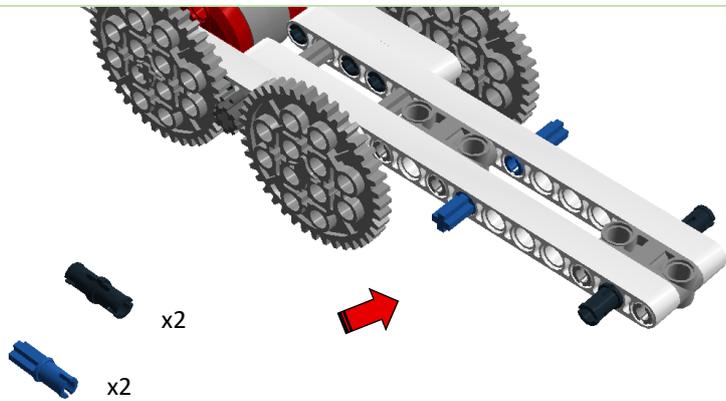


Установи еще 4 зубчатых колеса. Центральное колесо на 8 является паразитным зубчатым колесом

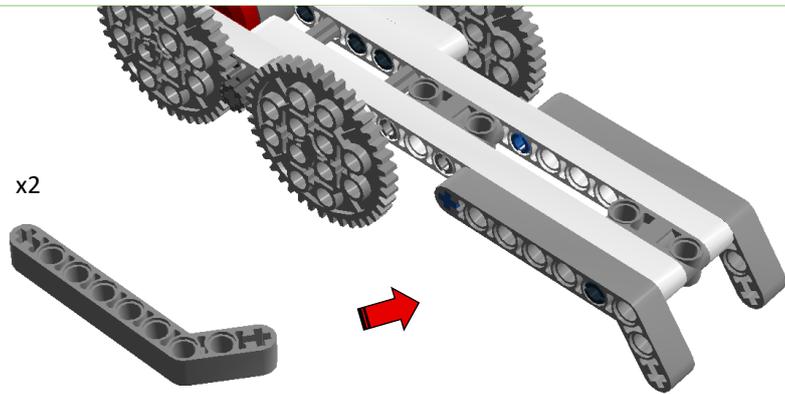
6



7



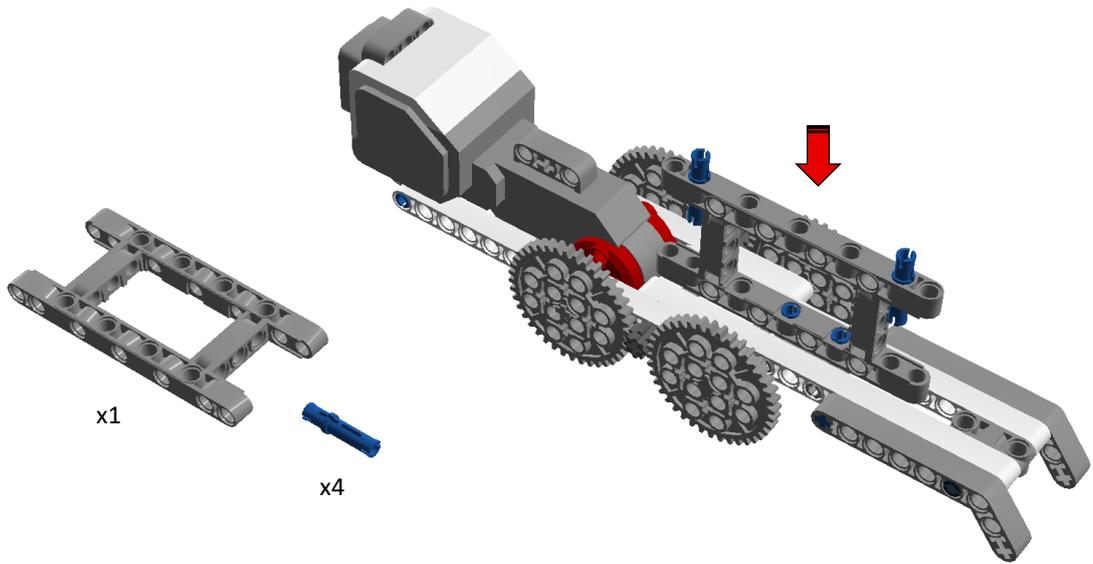
8





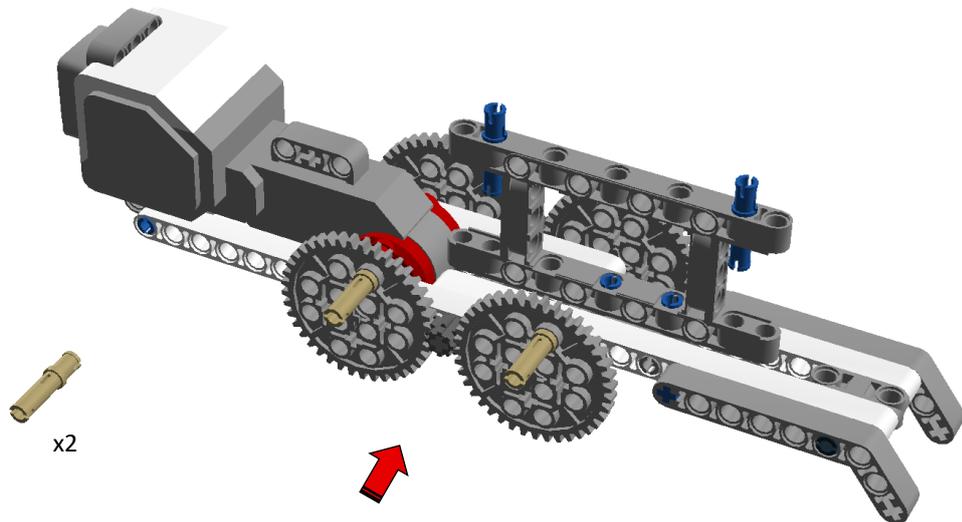
Данная рама позволит установить блок EV3 в центральную часть шагохода

9



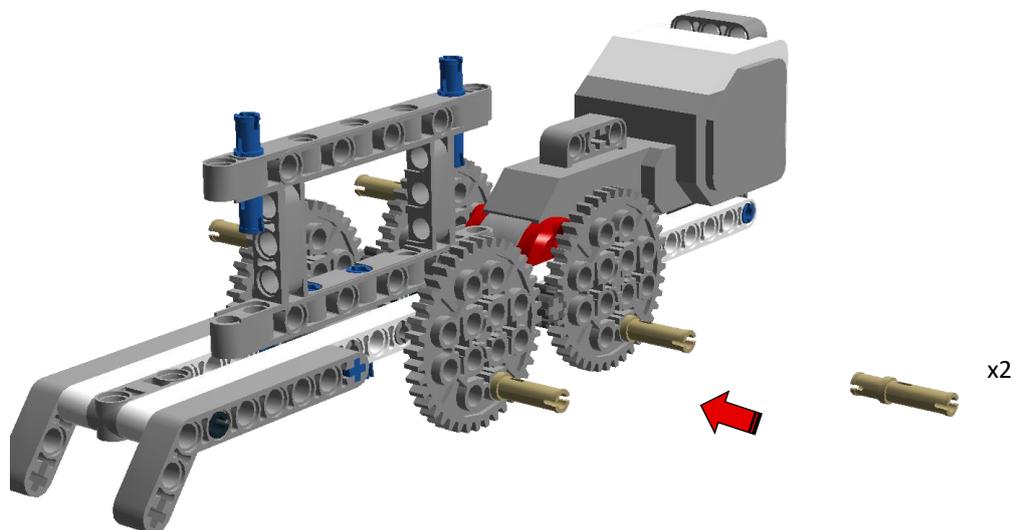
Установи штифты на 40-е зубчатые колеса. Они выполняют роль кривошипа

10



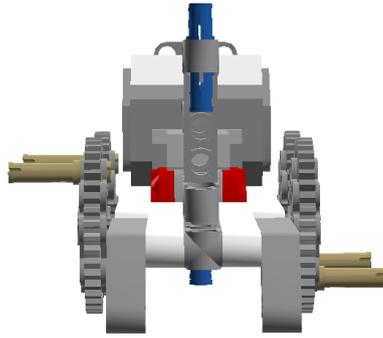
Кривошипные штифты слева и справа от робота должны устанавливаться в верхней и нижней мертвой точке соответственно

11



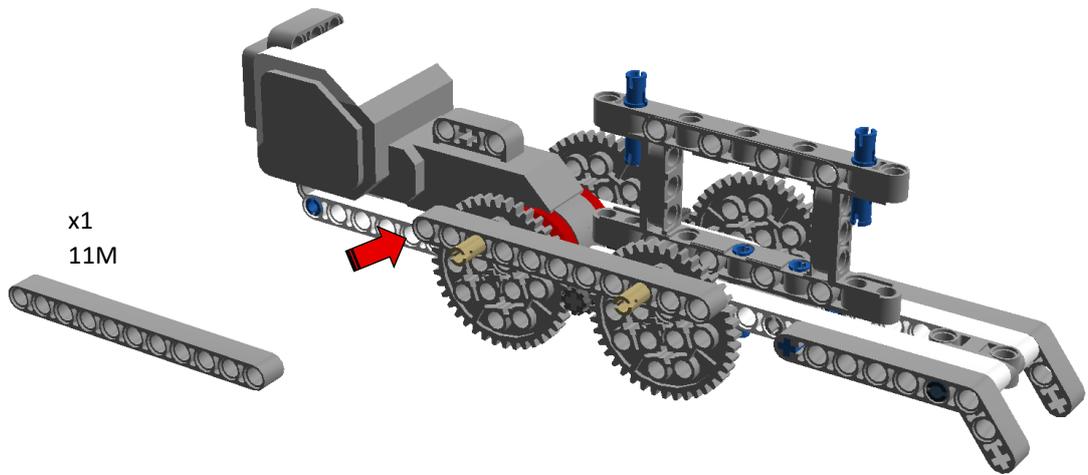


Вид спереди:

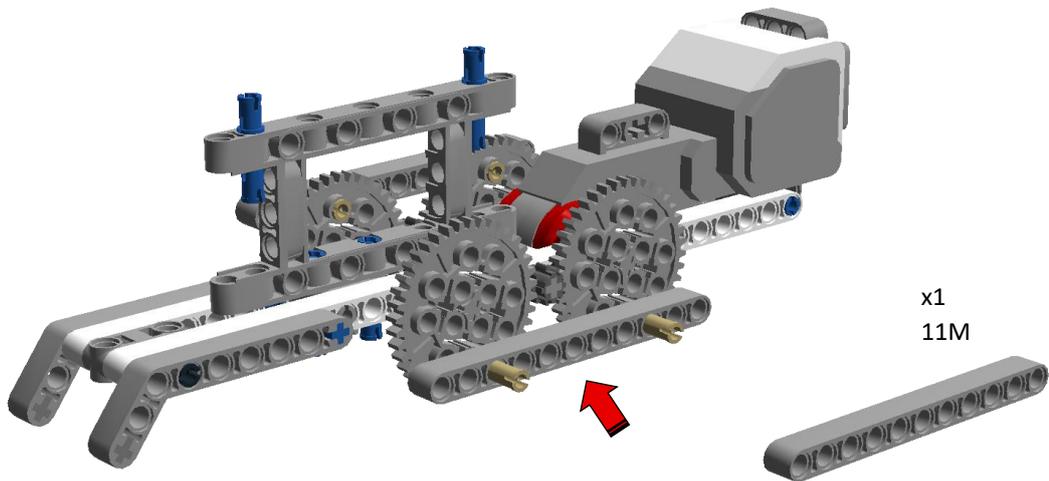


Объединим штифты кривошипов с помощью балки на 11

12



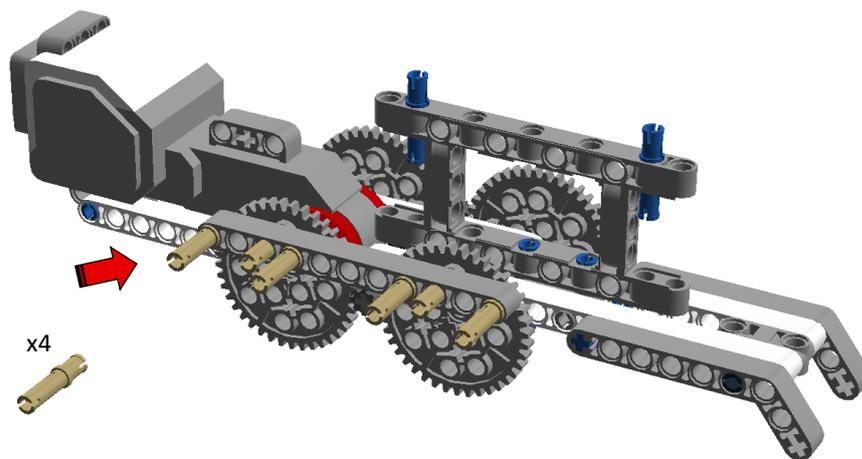
13





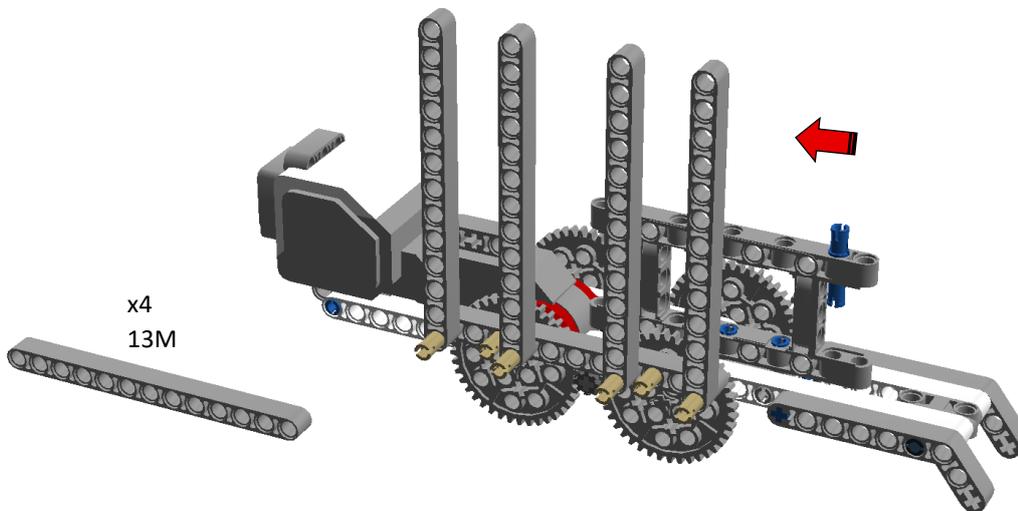
Установи дополнительные штифты бежевого цвета (у них меньше сила трения, чем у синих)

14

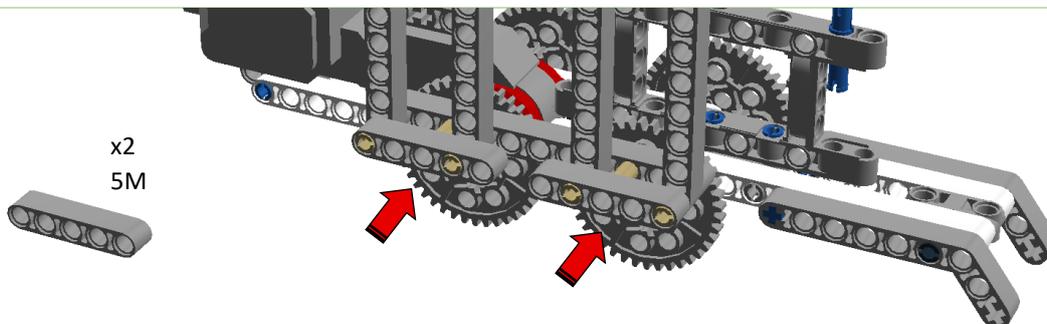


Установи четыре балки на 13. Шатун для надежности конструкции на каждой лапе будет состоять из двух балок, соединенных в виде параллелограмма

15



16





17 Установи L-балки в верхней части шатунов

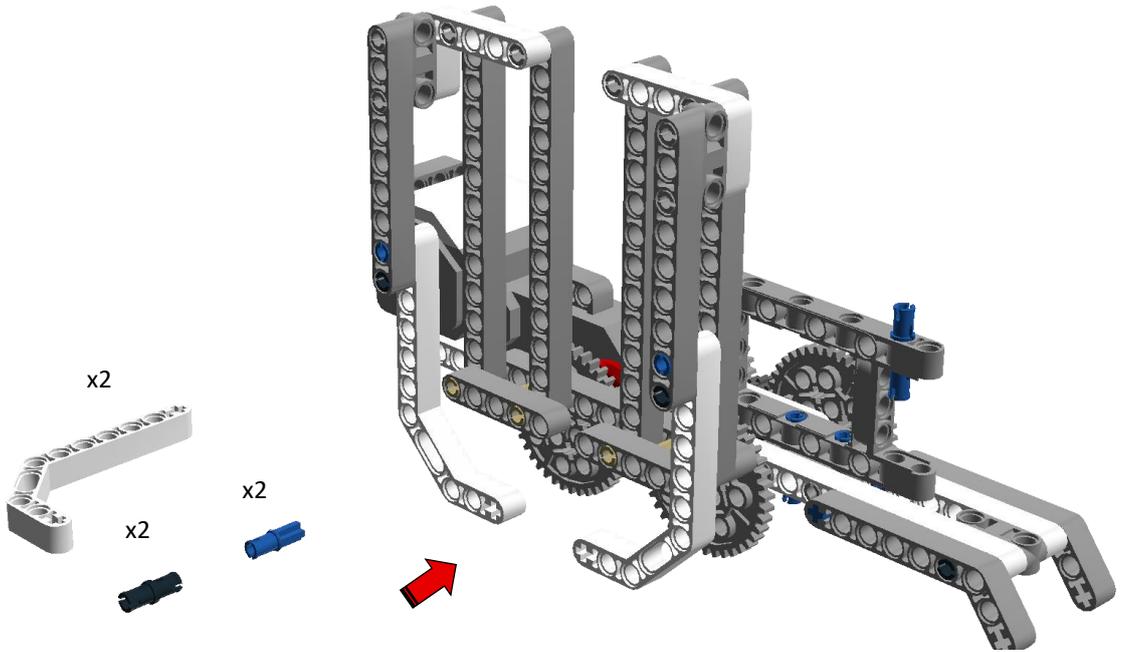
18

19 Установи балки на 9 для лап робота

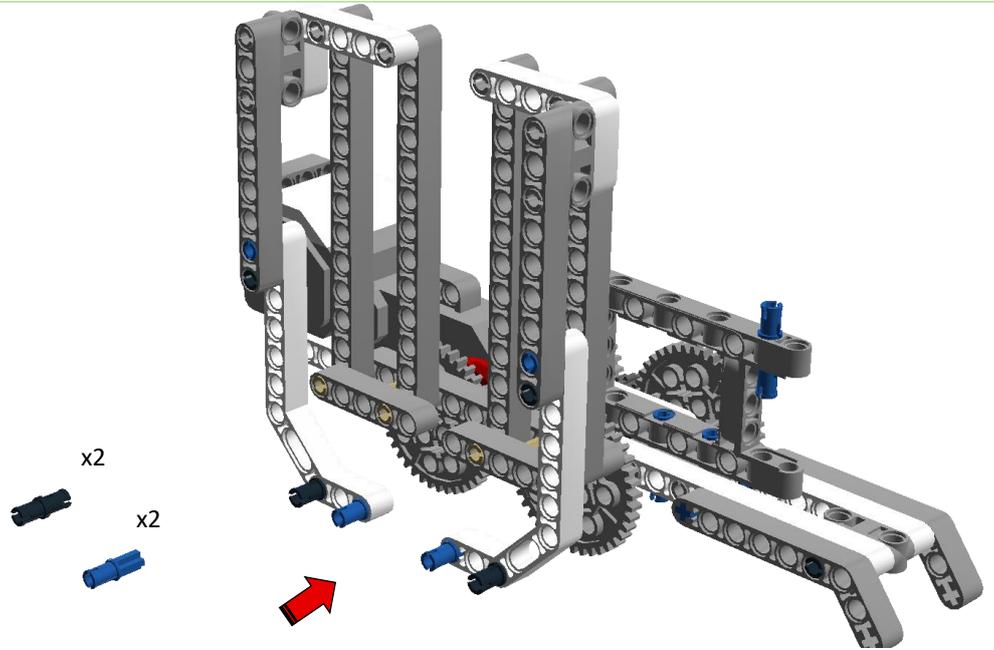


Установи две изогнутые балки для удлинения лап

20

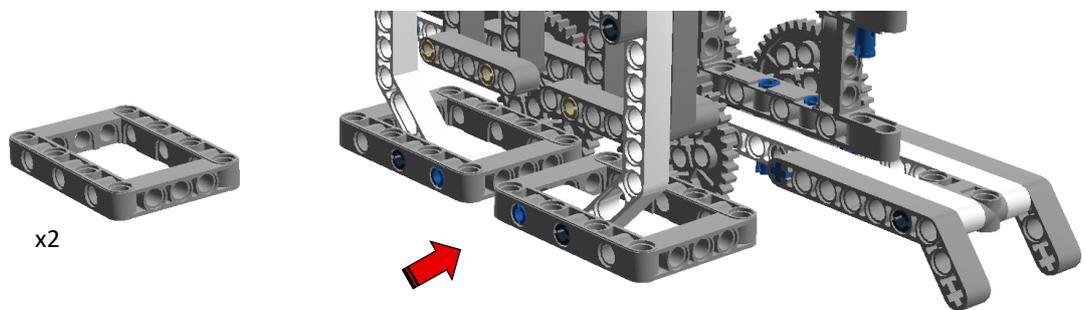


21



Установи две рамы. Лапы почти готовы

22





23

Установи синие штифты

x4

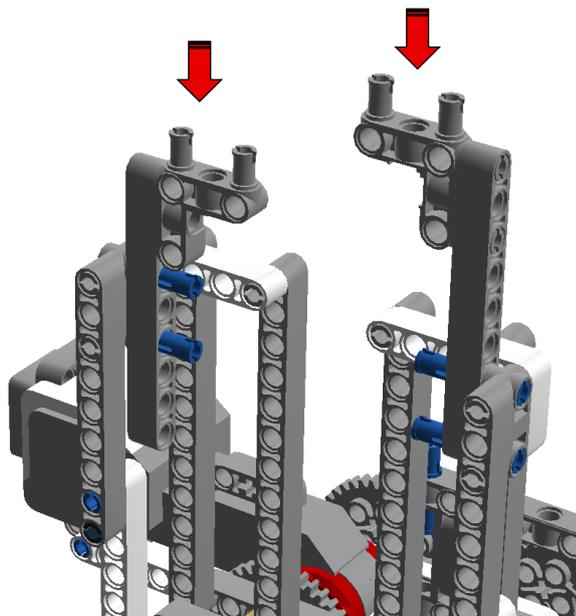
24

Закрепи две балки на 9 точно по схеме

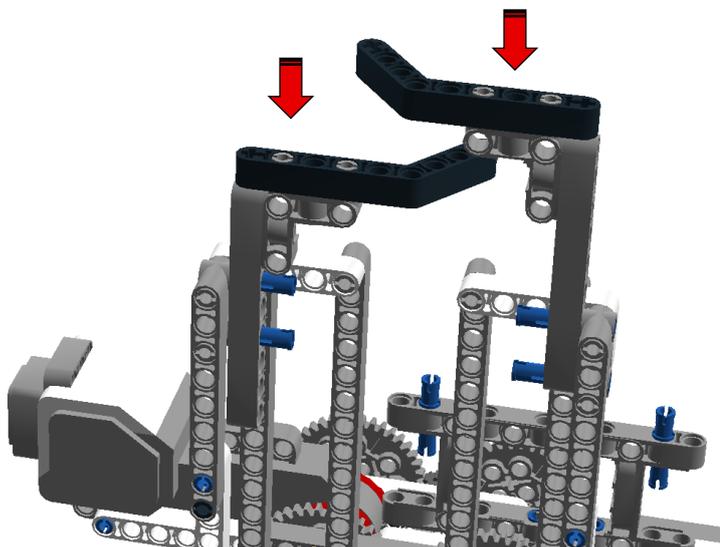
x2  
9M



25

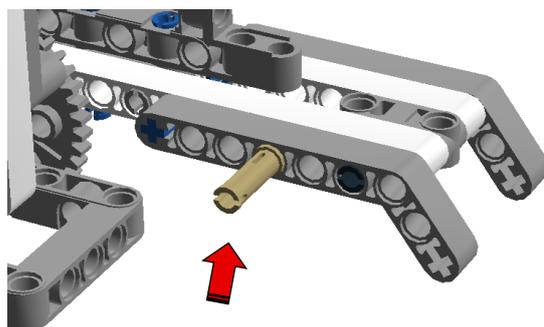


26



Установи штифт для шарнирного крепления тяги

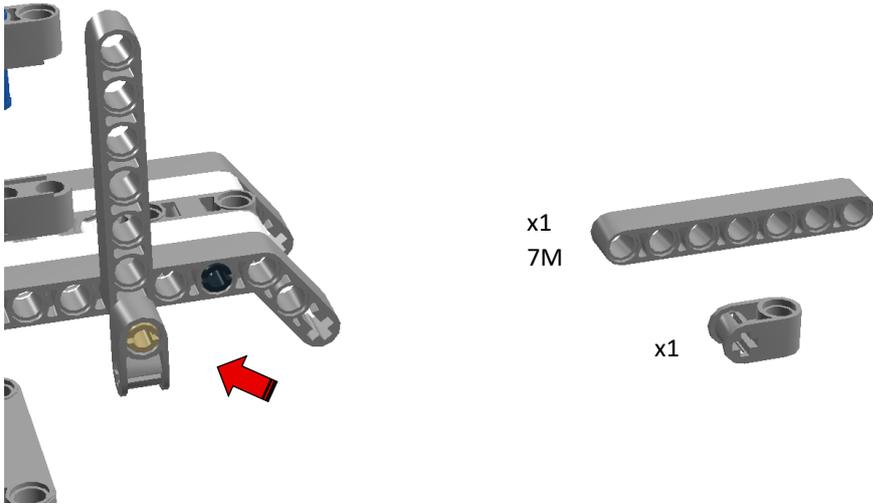
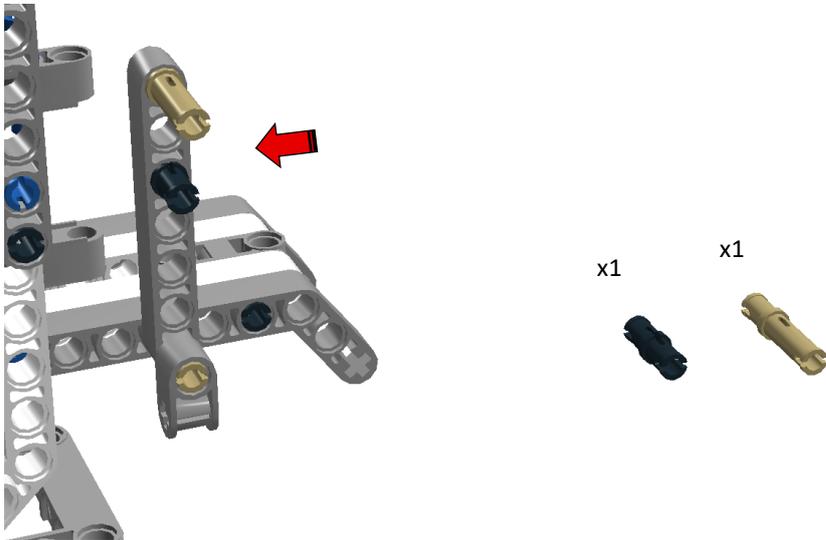
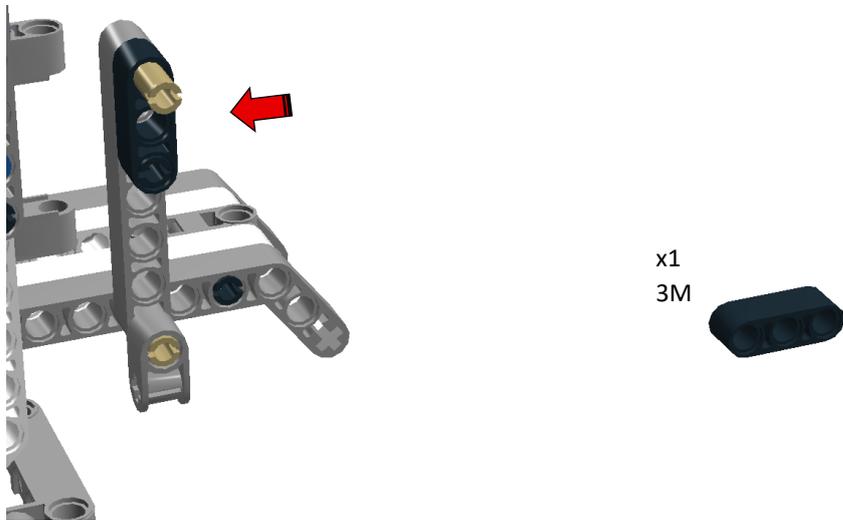
27



x1



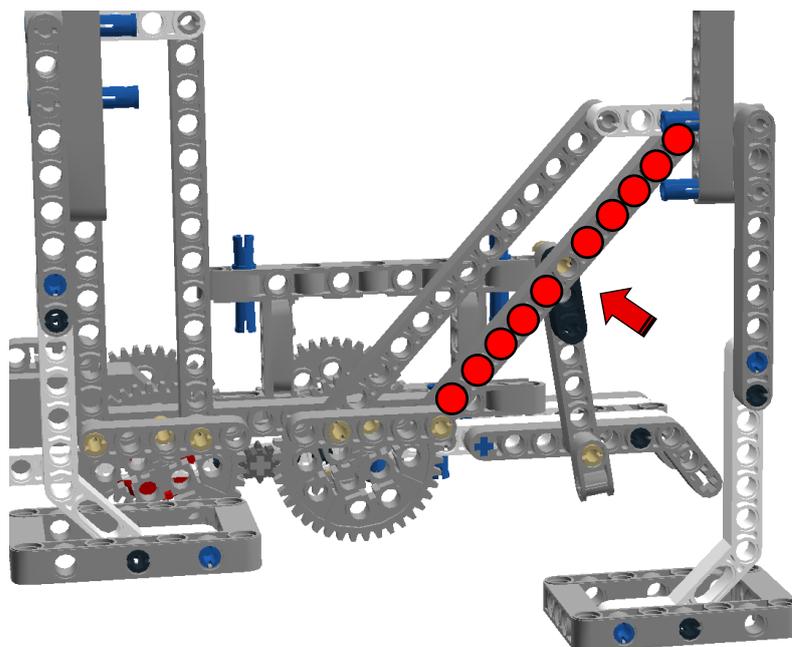


<p>28</p>	<p>Установи тягу лямбда-механизма для передней лапы</p> 
<p>29</p>	<p>Добавь два штифта</p> 
<p>30</p>	<p>Закрепи балку на 3 модуля</p> 



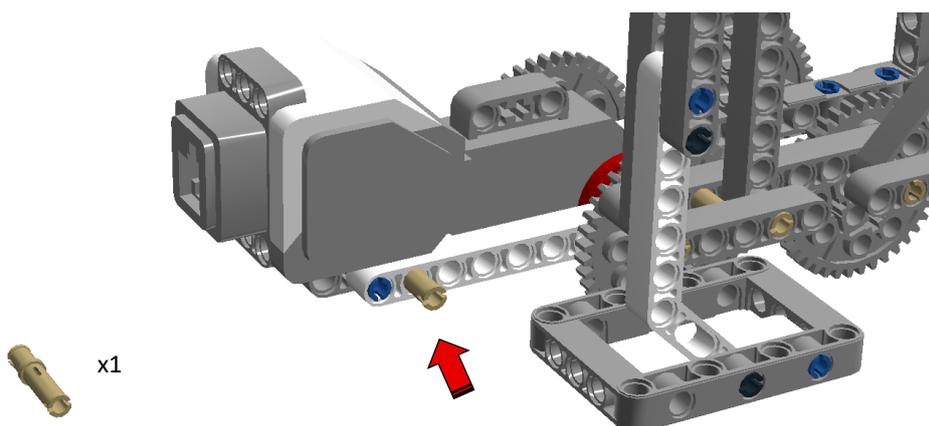
31

Закрепи тягу на балке шатуна так, чтобы разделить эту балку ровно пополам



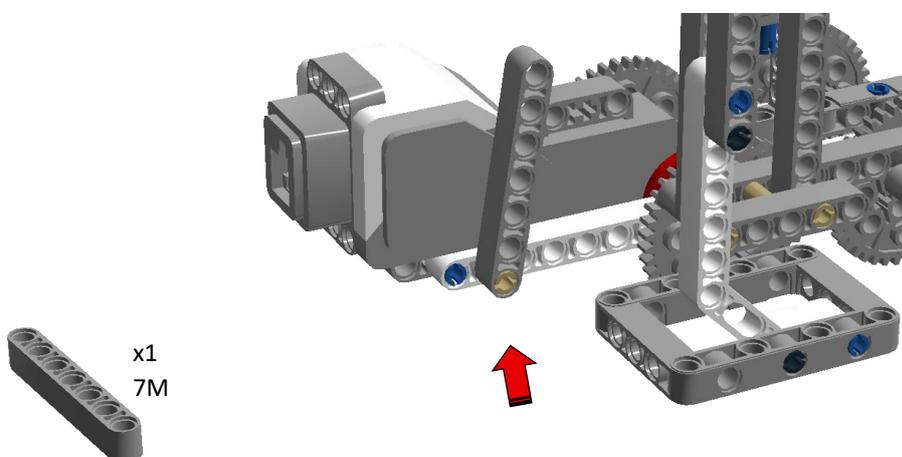
32

Установи бежевый штифт для шарнирного крепления тяги в задней части робота



33

Установи еще одну тягу лямбда-механизма Чебышёва





34

Установи штифты на тягу

x1 x1

35

Добавь балку на 3

x1 3М

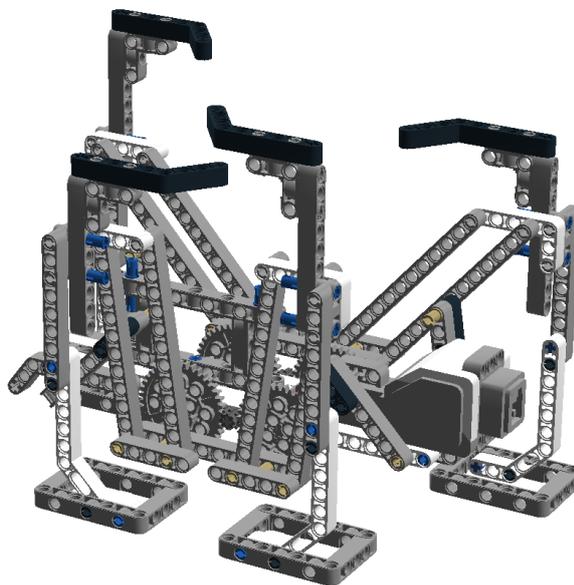
36

Закрепи заднюю тягу лямбда механизма к балке шатуна так, чтобы разбить эту балку ровно пополам

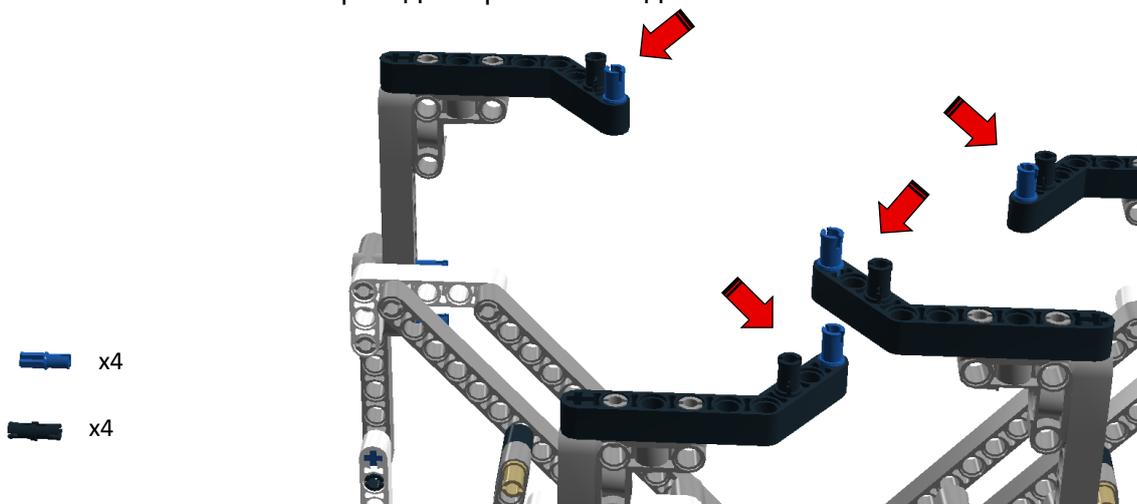


**37** Собери вторую сторону с двумя лапами по аналогии с первой

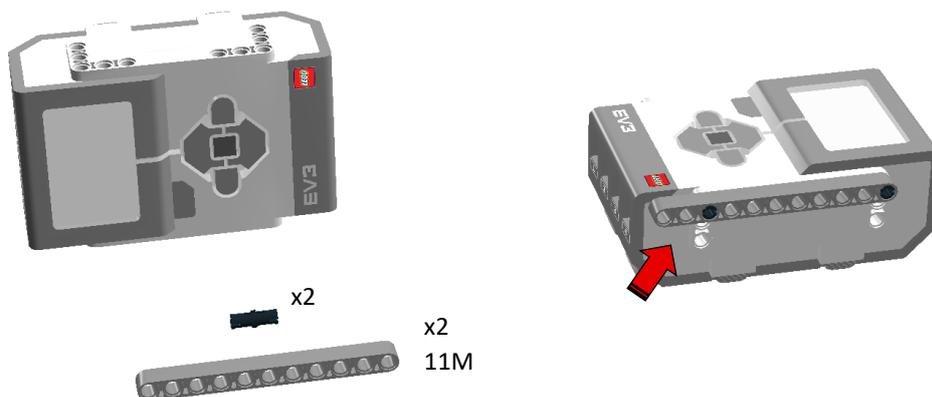
**38** Вид на модель, которая должна получиться. Теперь нужно связать лапы по диагонали для увеличения устойчивости конструкции



**39** Установи штифты для крепления диагональных балок

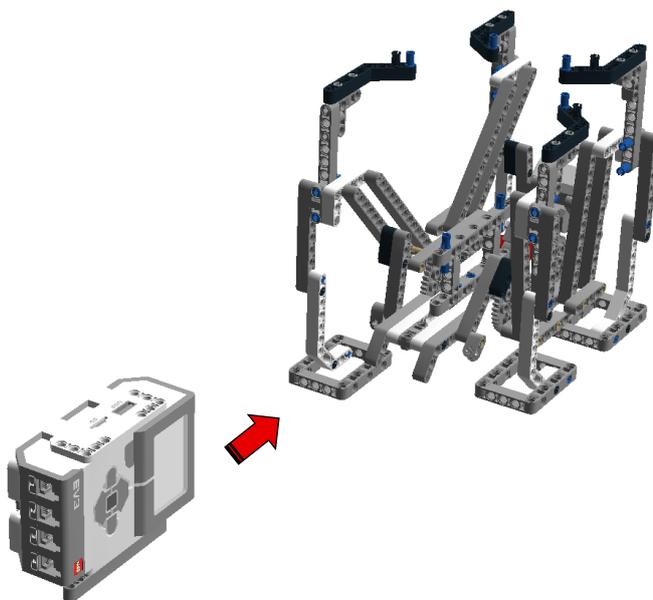


**40** На блок EV3 установи балку на 11



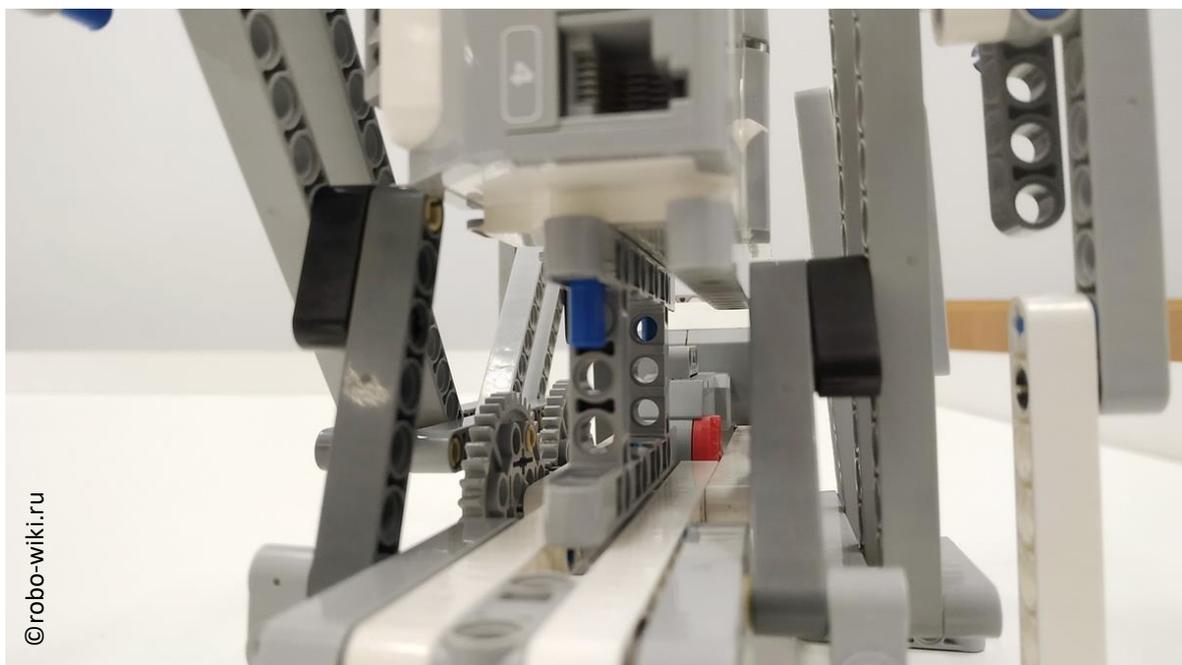


Установи блок EV3 на раму



41

Вид на крепление блока:

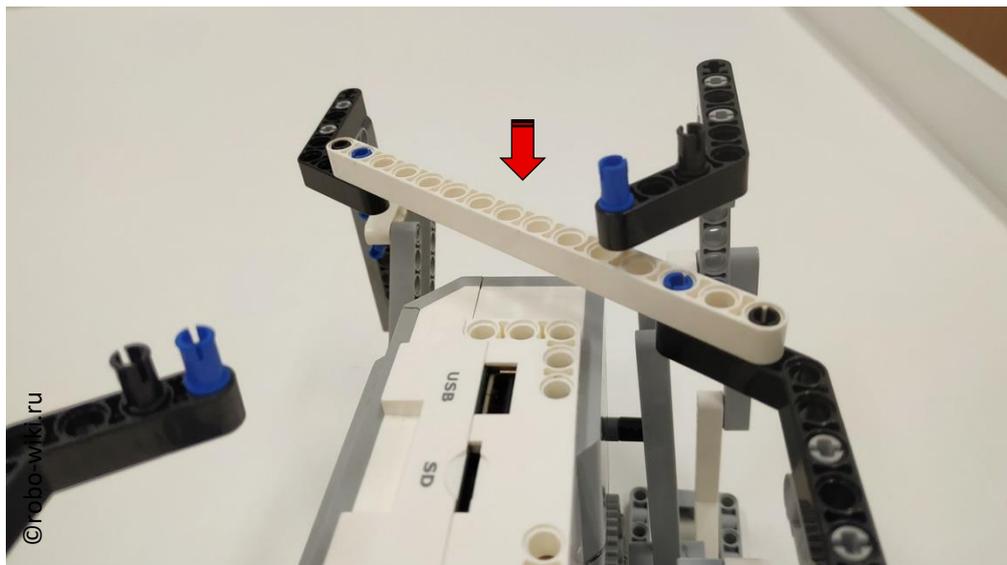


© robo-wiki.ru



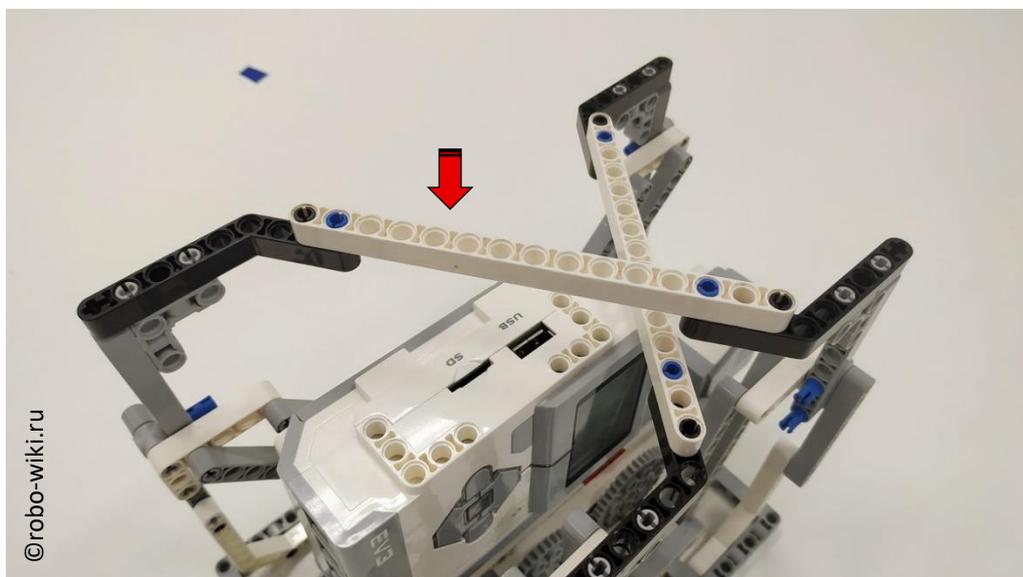
42

Установи первую диагональную балку на 15 модулей



43

Установи вторую диагональную балку на 15 модулей



44

Соедини блок EV3 с мотором с помощью кабеля, порт «D» по умолчанию



Вид на собранную модель:

