

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ LEGO В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

**Галкина Наталья Викторовна**

студентка,

*ГОУ ВО МО «ГСГУ» (Государственный социально-гуманитарный университет) РФ, г. Коломна, e-mail: natashagalkina100398@mail.ru*

**Антипов Алексей Олегович**

научный руководитель, кандидат технических наук, зав. кафедрой ОТД, ТуМПО

*ГОУ ВО МО «ГСГУ» (Государственный социально-гуманитарный университет) РФ, г. Коломна, e-mail: Antipov.aleksei2010@yandex.ru*

---

**Аннотация.** Цель исследования: изучить возможности использования LEGO в преподавании темы зубчатые зацепления курса теории механизмов и машин.

**Задачи:** изучить механические передачи и их виды с использованием LEGO; произвести расчёт передаточных отношений; выявить преимущества использования LEGO.

Научная новизна заключается в определении возможности использования LEGO в преподавании темы зубчатые зацепления курса теории механизмов и машин.

Конструктор LEGO используется в играх детьми разных поколений уже на протяжении нескольких десятилетий. В последние годы стали появляться книги и статьи, предлагающие информацию о разнообразии моделей конструктора LEGO для разных возрастных групп детей и разной тематики.

Применение LEGO способствует:

1. Развитию у детей сенсорных представлений, поскольку используются детали разной формы, окрашенные в основные цвета;
  2. Развитию и совершенствованию высших психических функций (памяти, внимания, мышления, делается упор на развитие таких мыслительных процессов, как анализ, синтез, классификация, обобщение);
  3. Тренировки пальцев кистей рук, что очень важно для развития мелкой моторики и в дальнейшем поможет подготовить руку ребёнка к письму;
  4. Сплочению детского коллектива, формированию чувства симпатии друг к другу, т. к. дети учатся совместно решать задачи, распределять роли, объяснять друг другу важность данного конструктивного решения.
- 

Ключевые слова: LEGO, зубчатые зацепления, курс теории механизмов и машин, ременная передача, червячная передача.

## USING LEGO IN TEACHING THE DISCIPLINE THEORY OF MECHANISMS AND MACHINES

**Galkina N.V.**

student,

*Go IN the MO "the civil aviation authority" (State socio-humanitarian University) Russian Federation, Kolomna, e-mail: natashagalkina100398@mail.ru*

## **Antipov A.O.**

*scientific supervisor, candidate of technical Sciences, head of the Department of OTD,*

*Go IN the MO "the civil aviation authority" (State socio-humanitarian University) Russian Federation, Kolomna, e-mail: Antipov.aleksei2010@yandex.ru*

---

**Annotation.** The purpose of the research: to study the possibilities of using LEGO in teaching the topic of gearing in the theory of mechanisms and machines course.

**Tasks:** to study mechanical gears and their types using LEGO; to calculate gear ratios; to identify the advantages of using LEGO.

The scientific novelty lies in determining the possibility of using LEGO in teaching the topic of gearing in the theory of mechanisms and machines course.

LEGO has been used in games by children of different generations for several decades. In recent years, books and articles have begun to appear that offer information about the variety of LEGO models for different age groups of children and different topics.

The use of LEGO contributes to:

1. the development of sensory representations in children, since parts of different shapes are used, painted in basic colors;
  2. Development and improvement of higher mental functions (memory, attention, thinking, emphasis is placed on the development of such thought processes as analysis, synthesis, classification, generalization);
  3. Training the fingers of the hands, which is very important for the development of fine motor skills and in the future will help prepare the child's hand for writing;
  4. Unity of the children's team, the formation of a sense of sympathy for each other, because children learn to solve problems together, distribute roles, explain to each other the importance of this constructive solution.
- 

Keywords: LEGO, gearing, course in the theory of mechanisms and machines, belt drive, worm gear.

**Введение.** В России образовательная робототехника является самой популярной и успешно развивается уже несколько лет.

Главной задачей современного образования является создание условий, которые способствуют у учащихся возможность раскрыть свой собственный потенциал.

LEGO является одной из самых известных и распространённых на сегодняшний день образовательных систем, которые широко применяют трёхмерные модели реального окружения и предметно-игровая сфера для обучения и развития учащихся.

Изучая робототехнику на практике, обучающиеся понимают: как правильно применять математические формулы для расчёта траектории движения, физические законы для расчёта заряда аккумулятора и мощности двигателя, химические формулы и процессы для проведения измерений и расчётов.

Образовательная среда LEGO соединяет в себе специально созданные наборы LEGO для массовых занятий, тщательно обдуманную систему заданий для детей и чётко сформулированную образовательную теорию.

Дисциплина «Теория механизмов и машин» является неотъемлемой частью общетехнической дисциплины «Прикладная механика», в которой заложены основы концепции инженерного проектирования.

Курс дисциплины ТММ основан на знаниях, приобретённых учащимися при усвоении следующих дисциплин: «Физика», «Математика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Теоретическая механика».

**Актуальность.** Данная тема актуальна потому, что раскрывает мир технологий для обучающихся. Конструирование LEGO, как и любая другая деятельность, закладывает основу для развития технических способностей учащихся.

LEGO-конструирование сочетает в себе элементы игры с экспериментированием, а значит активизирует умственную и речевую деятельность обучающихся, развивает конструкторские способности и техническое мышление, воображение и коммуникативные навыки, способствует интерпретации и самовыражению, расширяет кругозор, позволяет поднять развитие познавательной активности дошкольников на более высокий уровень, и это является одной из составляющих успеха их дальнейшего обучения.

**Цель исследования:** изучить возможности использования LEGO в преподавании темы зубчатые зацепления курса теории механизмов и машин.

**Задачи:**

- изучить механические передачи и их виды с использованием LEGO;
- произвести расчёт передаточных отношений;
- выявить преимущества использования LEGO

**Материал и методы исследования.** При изучении темы «Использование LEGO в преподавании дисциплины теории механизмов и машин» используются такие методы обучения:

- ❖ наглядные
- ❖ словесные
- ❖ практические

**Результаты исследования и их обсуждение .**

Для наглядного усвоения и активизирования визуальной памяти мы предлагаем изучение механизмов с использованием наборов LEGO, а именно:

- зубчатая передача;
- ременная передача;
- червячная передача;

- реечная передача.

Далее разберём подробно каждый вид механизмов:

1.Зубчатая передача - это механизм или часть механизма механической передачи, в состав которого входят зубчатые колёса. При этом усилие от одного элемента к другому передаётся с помощью зубьев [3, с.167].

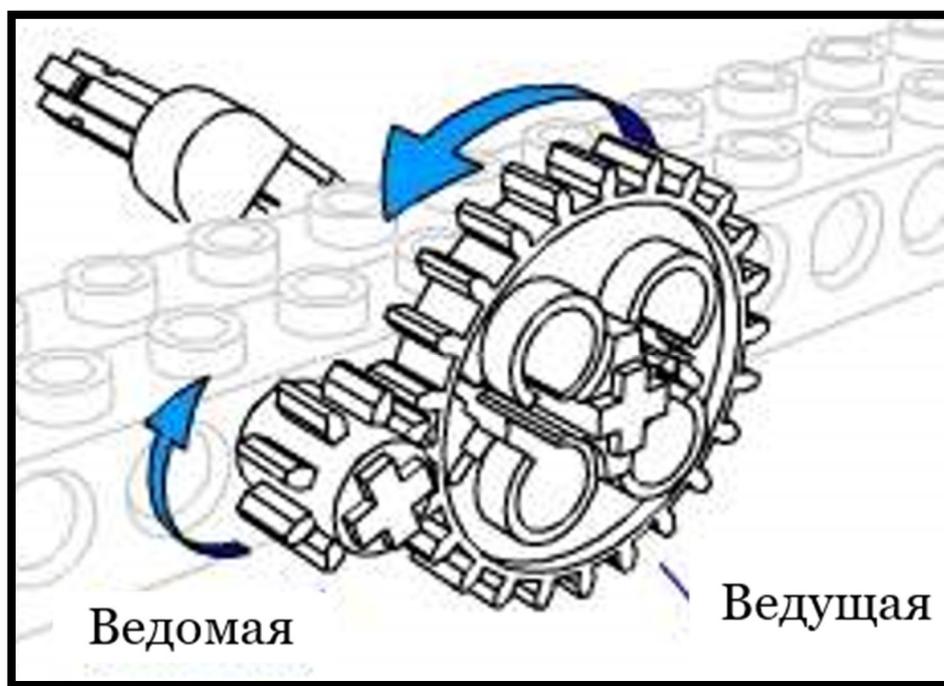
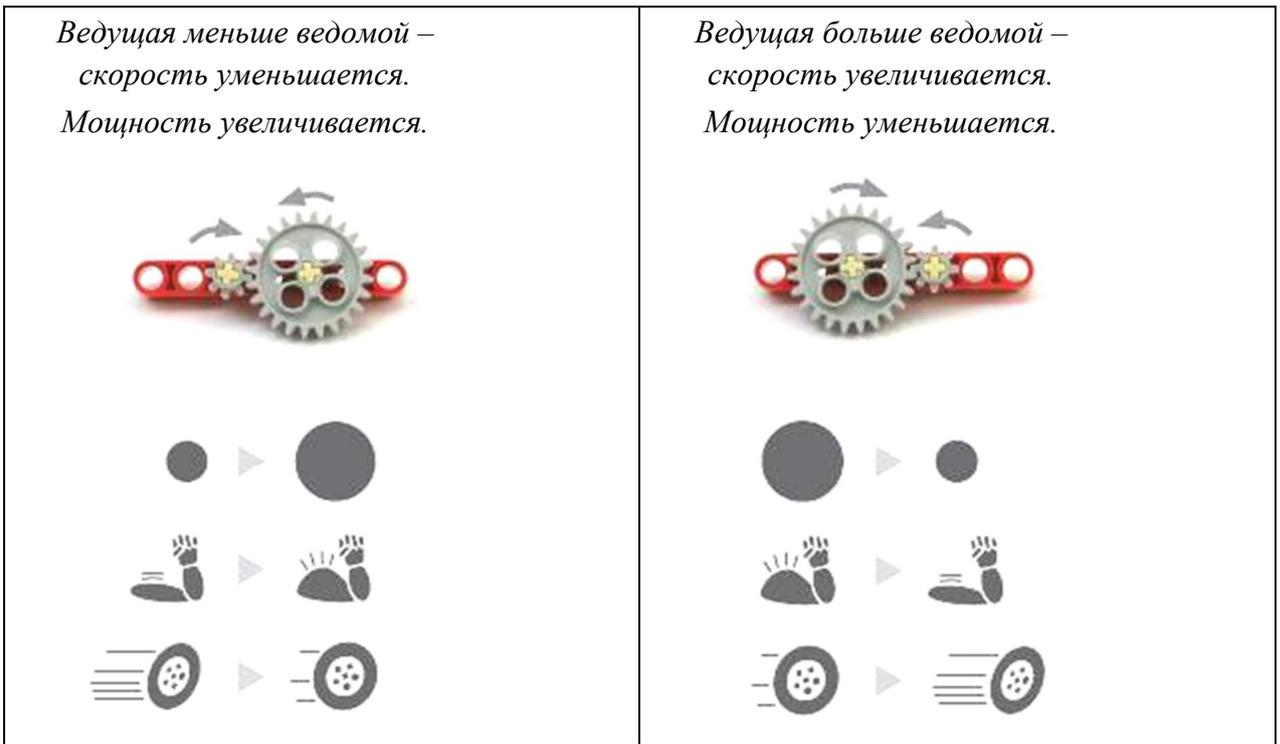


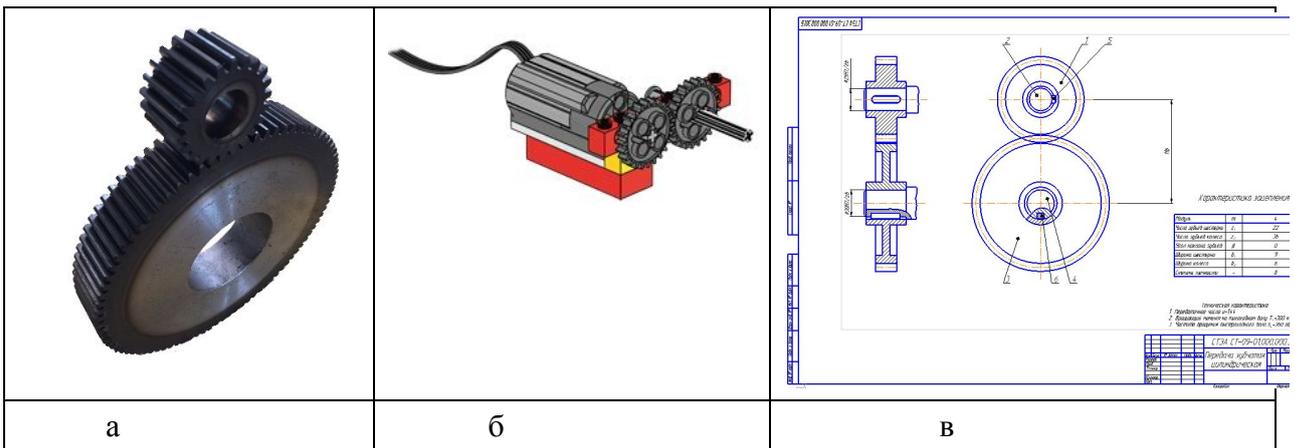
Рисунок 1. Общий вид зубчатой передачи



Зубчатые передачи классифицируют по расположению валов:

- ✓ с параллельными осями (цилиндрические с внутренним и внешним зацеплениями);
- ✓ с пересекающимися осями (конические);

\*Цилиндрические зубчатые передачи -оба колеса расположены в одной плоскости и передают вращение с одного вала на другой, параллельный ему. Колеса цилиндрических передач всегда вращаются в противоположные стороны.



а – фото передачи, б – сконструированная передача, в – эскиз передачи

Рисунок 2. Общий вид цилиндрической зубчатой передачи  
сконструированный с помощью наборов LEGO

Таким образом , можно заниматься конструированием и удаленно ,если даже нет наборов под рукой используя LEGO Digital Designer .

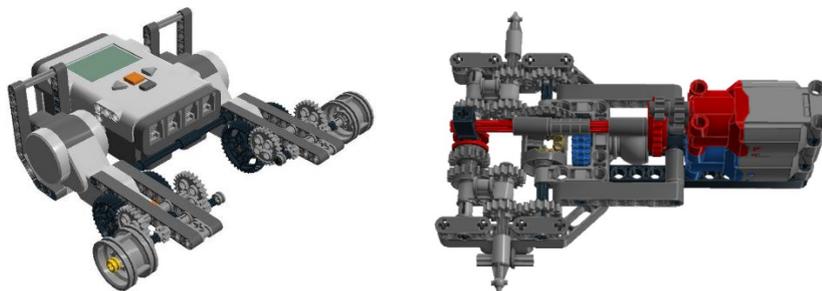
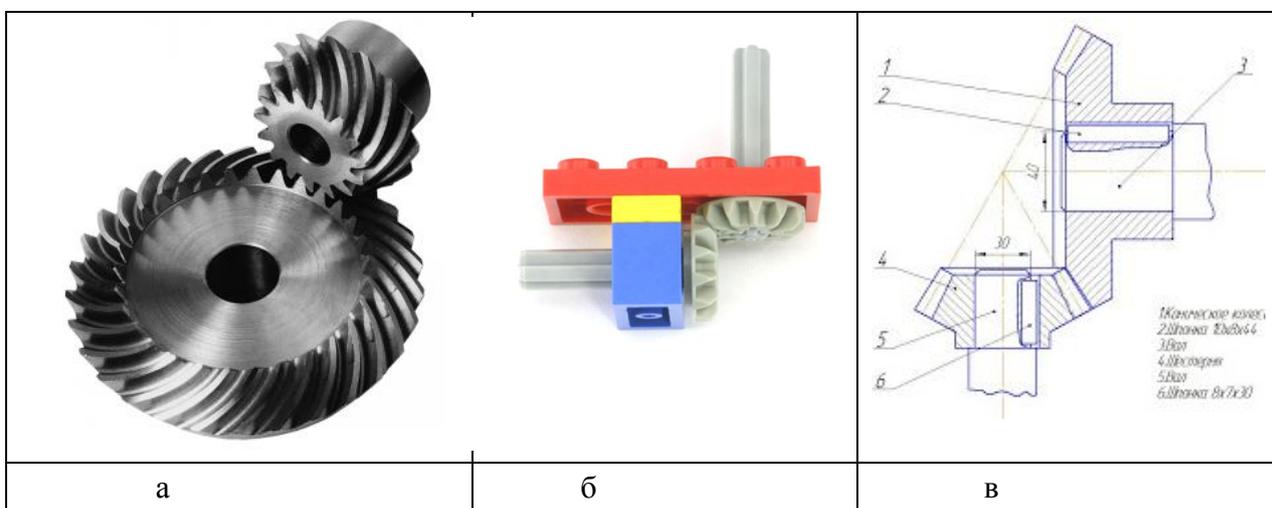


Рисунок 3. Примеры механизмов

\*Коническая зубчатая передача - применяют в тех случаях, когда оси валов пересекаются под некоторым углом, чаще всего  $90^\circ$  [5, с.53].



а – фото передачи, б – сконструированная передача, в – эскиз передачи

Рисунок 4. Общий вид конической зубчатой передачи сконструированный с помощью наборов LEGO

2.Ременная передача - передача вращательного движения (крутящего момента) на параллельные оси использование ремня безопасности и минимум двух шкивов.

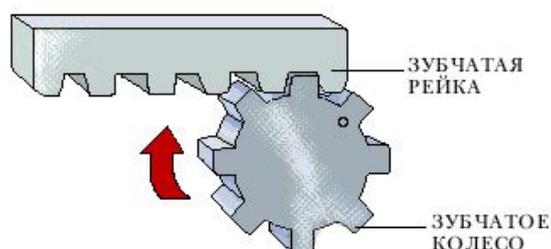
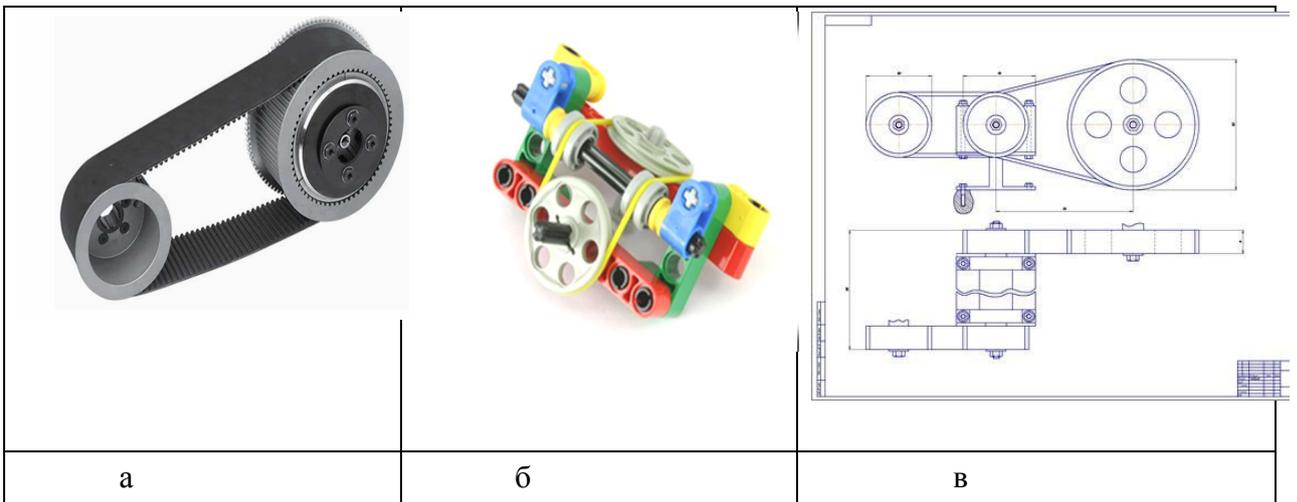


Рисунок 5. Общий вид ременной передачи



а – фото передачи, б – сконструированная передача, в – эскиз передачи

Рисунок 6. Общий вид ременной передачи сконструированный с помощью наборов LEGO

3. Червячная передача - передача вращательного движения (крутящего момента) на скрещивающиеся оси с помощью червяка и зубчатого колеса [7, с.92].

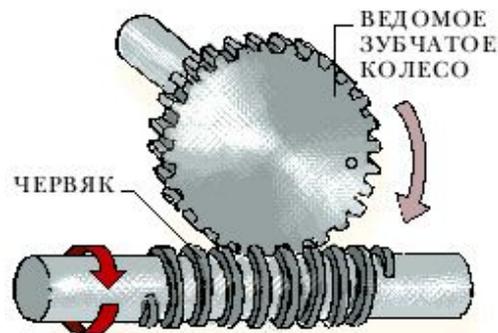
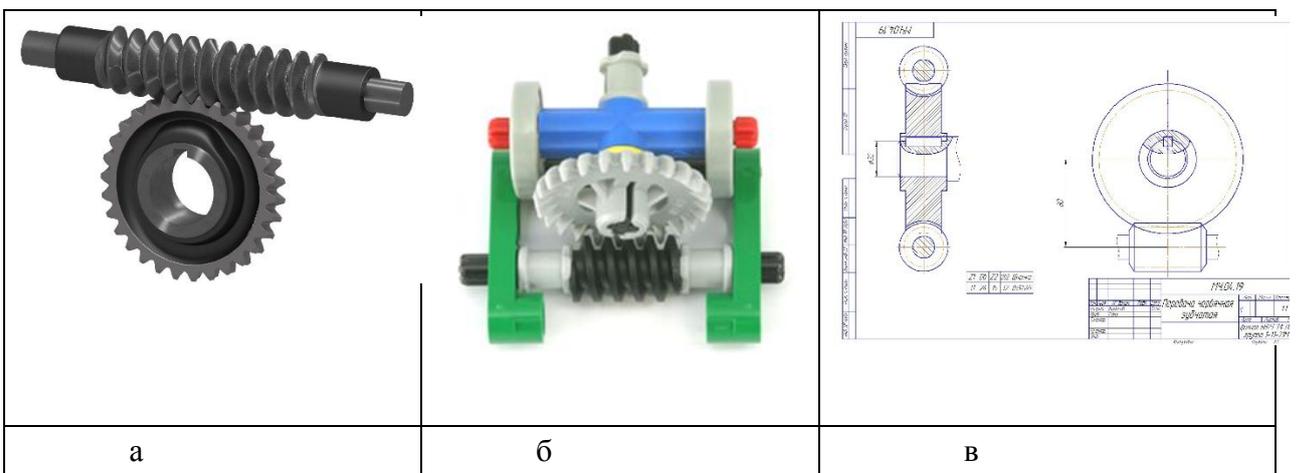


Рисунок 7. Общий вид червячной передачи



а – фото передачи, б – сконструированная передача, в – эскиз передачи

Рисунок 8. Общий вид червячной передачи сконструированный с помощью наборов LEGO

4. Реечная передача - один из видов механических передач, преобразующий вращательное движение в поступательное.

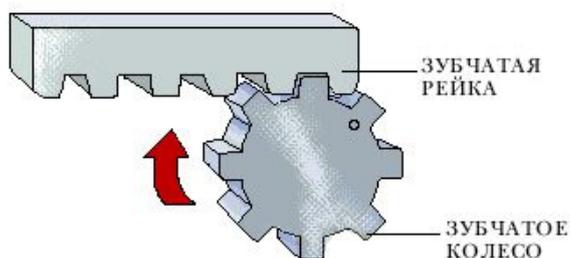
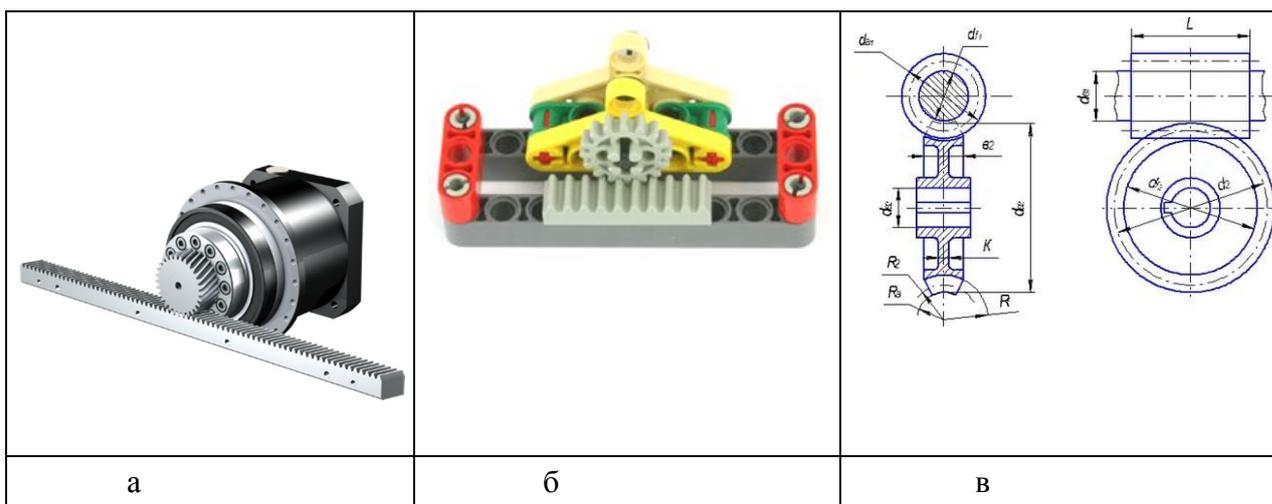


Рисунок 9. Общий вид реечной передачи



а – фото передачи, б – сконструированная передача, в – эскиз передачи

Рисунок 10. Общий вид реечной передачи сконструированный с помощью наборов LEGO

Более подробно остановимся на примере расчета редуктора сконструированного из наборов LEGO.

**Пример расчета прямозубого внешнего эвольвентного зубчатого зацепления**

**1. Исходные данные:**

Число зубьев шестерни  $z_1 = 10$

Число зубьев колеса  $z_2 = 26$

Модуль зубчатых колес  $m = 4$  мм

**2. Определение размеров зубчатого зацепления**

*Передаточное отношение зубчатой передачи:*

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$

$i = 26/10 = 2,6$

(1)

$$z_1 + z_2 < 60$$

Для шестерни:  $X_1 = 0,60$

Для колеса:  $X_2 = 0,12$

**Шаг зацепления по дуге делительной окружности:**

$$p = m \cdot \pi \quad (2)$$

$$p = 4 \cdot 3,14 = 12,56$$

**Делительный диаметр:**

$$d_1 = z_1 \cdot m \quad (3)$$

$$d_1 = 10 \cdot 4 = 40$$

$$d_2 = z_2 \cdot m \quad (4)$$

$$d_2 = 26 \cdot 4 = 104$$

**Диаметр основной окружности:**

$$d_{B1} = d_1 \cdot \cos \alpha \quad (5)$$

$$d_{B1} = 40 \cdot 0,94 = 37,6$$

$$d_{B2} = d_2 \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

$$d_{B2} = 104 \cdot 0,94 = 97,76$$

где  $\alpha = 20^\circ$ .

**Суммарный коэффициент смещений:**

$$X_\Sigma = x_1 + x_2 \quad (7)$$

$$X_\Sigma = 0,60 + 0,12 = 0,72$$

**Толщина зуба по дуге делительной окружности:**

$$S_1 = 0,5 \cdot p + 2 \cdot x_1 \cdot m \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (8)$$

$$S_1 = 0,5 \cdot 12,56 + 2 \cdot 0,60 \cdot 4 \cdot 0,3639 = 8,027$$

$$S_2 = 0,5 \cdot p + 2 \cdot x_2 \cdot m \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (9)$$

$$S_2 = 0,5 \cdot 12,56 + 2 \cdot 0,12 \cdot 4 \cdot 0,3639 = 6,63$$

**Угол зацепления**

$$\operatorname{inv} \alpha_w = \frac{2 \cdot X_\Sigma \cdot \operatorname{tg} \alpha}{z_1 + z_2} + \operatorname{inv} \alpha \quad (10)$$

$$\operatorname{inv} \alpha_w = 2 \cdot 0,72 \cdot 0,3639 / 36 + 0,0149 = 0,03$$

для  $\operatorname{inv} \alpha_w$  по справочнику Анурьева (Т2, таблица 16, стр. 421 ) подбираем  $\alpha_w = 24^\circ 25'$ .

**Начальное межосевое расстояние:**

$$a_w = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m \cdot \cos \alpha}{2 \cos \alpha_w} \quad (11)$$

$$a_w = (26 + 10) \cdot 4 \cdot 0,93 / 2 \cdot 1,827 = 74,05$$

**Начальный диаметр:**

$$d_{w1} = \frac{2 \cdot a_w}{i + 1} \quad (12)$$

$$d_{w1} = 2 \cdot 74,05 / 3,6 = 41,14$$

$$d_{w2} = \frac{2 \cdot a_w \cdot i}{i + 1} \quad (13)$$

$$d_{w2} = 2 \cdot 74,05 \cdot 2,6 / 3,6 = 106,96$$

**Коэффициент уравнительного смещения:**

$$\Delta y = X_\tau - \frac{a_w - a}{m} \quad (14)$$

$$\Delta y = 0,72 - ((74,9 - 72) / 4) = 0,1975$$

**Делительное межосевое расстояние:**

$$a = 0,5 \cdot m \cdot (z_1 + z_2) \quad (15)$$

$$a = 0,5 \cdot 4 \cdot 36 = 72$$

**Проверка межосевых расстояний**

$$a'_w = \frac{d_{w1} + d_{w2}}{2} = a_w \quad (16)$$

$$a'_w = 74,05$$

$$a' = \frac{d_1 + d_2}{2} = a \quad (17)$$

$$a' = \frac{40 + 104}{2} = 72_{\text{мм}}$$

**Диаметр окружности вершин зубьев:**

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot (h_a^* + x_1 - \Delta y) \cdot m \quad (18)$$

$$d_{a1} = 40 + 2 \cdot (1 + 0,60 - 0,1975) \cdot 4 = 51,22$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot (h_a^* + x_2 - \Delta y) \cdot m \quad (19)$$

$$da_2 = 104 + 2 \cdot (1 + 0,12 - 0,1975) \cdot 4 = 111,38$$

где  $ha^* = 1$

*Диаметр окружности впадин зубьев:*

$$df_1 = d_1 - 2 \cdot (ha^* + C^* - x_1) \cdot m \quad (20)$$

$$df_1 = 40 - 2 \cdot (1 + 0,25 - 0,60) \cdot 4 = 34,8$$

$$df_2 = d_2 - 2 \cdot (ha^* + C^* - x_2) \cdot m \quad (21)$$

$$df_2 = 104 - 2 \cdot (1 + 0,25 - 0,12) \cdot 4 = 94,96$$

$$C^* = 0,25 [2].$$

### **Выводы или заключение.**

Применение LEGO способствует:

1. Развитию у детей сенсорных представлений, поскольку используются детали разной формы, окрашенные в основные цвета;
2. Развитию и совершенствованию высших психических функций (памяти, внимания, мышления, делается упор на развитие таких мыслительных процессов, как анализ, синтез, классификация, обобщение);
3. Тренировки пальцев кистей рук, что очень важно для развития мелкой моторики и в дальнейшем поможет подготовить руку ребёнка к письму;
4. Сплочению детского коллектива, формированию чувства симпатии друг к другу, т. к. дети учатся совместно решать задачи, распределять роли, объяснять друг другу важность данного конструктивного решения.
5. Конструктивная деятельность очень тесно связана с развитием речи, т. к. вначале с ребёнком проговаривается, что он хочет построить, из каких деталей, почему, какое количество, размеры и т. д., что в дальнейшем помогает ребёнку самому определять конечный результат работы.

Конструктор LEGO используется в играх детьми разных поколений уже на протяжении нескольких десятилетий. В последние годы стали появляться книги и статьи, предлагающие информацию о разнообразии моделей конструктора LEGO для разных возрастных групп детей и разной тематики.

## Список литературы

1. Бабич, А. В. Промышленная робототехника / А.В. Бабич. - М.: Книга по Требованию, 2015. - 263 с.
2. Гавриленко В.А. Геометрическая теория эвольвентных зубчатых передач: Машгиз, 2012.
3. Костров, Б. В. Искусственный интеллект и робототехника / Б.В. Костров, В.Н. Ручкин, В.А. Фулин. - М.: Диалог-Мифи, 2013. - 224 с.
4. Макаров, И. М. Робототехника. История и перспективы / И.М. Макаров, Ю.И. Топчеев. - М.: Наука, МАИ, 2015. - 352 с.
5. Робототехника, прогноз, программирование. - М.: ЛКИ, 2016. - 208с.
6. Тывес, Л. И. Механизмы робототехники. Концепция развязок в кинематике, динамике и планировании движений / Л.И. Тывес. - М.: Ленанд, 2014. - 208 с.
7. Юревич, Е. И. Основы робототехники / Е.И. Юревич. - Л.: Машиностроение, 2013. - 272 с.