



Л. А. Гусева,

победители конкурса ИНФО-2016 в номинации

«Робототехника в образовании. Использование робототехнического оборудования на занятиях», лицей № 82, Нижний Новгород



Е. А. Пешкова,

БИНАРНЫЙ УРОК ПО ФИЗИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ «МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ПОЗНАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ»*

Аннотация

Бинарный урок по физике и информатике позволяет учащимся на практике освоить моделирование как способ исследования характеристик различных видов кинематических передач. Для построения модели используются детали конструктора LEGO Mindstorms Ev3 45544. Завершается тема выполнением творческой работы.

Ключевые слова: кинематические передачи, передаточное число, передаточное отношение, моделирование, робототехника, бинарный урок.

Контактная информация

Гусева Людмила Александровна, учитель информатики лицея № 82, Нижний Новгород; *адрес:* 603003, г. Нижний Новгород, ул. Культуры, д. 1; *телефон:* (831) 225-42-26; *e-mail:* lguseva87@gmail.com

Пешкова Елена Александровна, учитель физики лицея № 82, Нижний Новгород; *адрес:* 603003, г. Нижний Новгород, ул. Культуры, д. 1; *телефон:* (831) 225-42-26; *e-mail:* e9049234237@gmail.com

L. A. Guseva, E. A. Peshkova,
Lyceum 82, Nizhny Novgorod

THE BINARY LESSON ON PHYSICS AND INFORMATICS "MODELING AS METHOD OF COGNITION OF THE WORLD. KINEMATIC TRANSMITTING OF ROTARY MOTION"

Abstract

The binary lesson on physics and informatics allows students to master simulation as a method of studying characteristics of various types of kinematic transmissions. To build the model LEGO Mindstorms Ev3 45544 is used. The theme is completed by performing the creative work.

Keywords: kinematic transmission, gear ratio, simulation, robotics, binary lesson.

Предметы: физика, информатика.

Тема урока:

- *по физике:* Кинематические передачи вращательного движения.
- *по информатике:* Моделирование как метод познания окружающего мира.

Образовательные программы:

- *по физике:* авторская программа А. В. Грачёва и др. «Физика: программы: 7–9 классы»;
- *по информатике:* программа курса «Информатика и ИКТ» для основной школы (8–9 классы), авторы Л. Л. Босова, А. Ю. Босова.

УМК:

- *по физике:* Грачев А. В., Погожев В. А. Физика. 9 класс (линия 7–9).
- *по информатике:* Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика и ИКТ. 9 класс.

Тип урока: бинарный урок.

Класс: девятый.

Время урока: сдвоенный урок (90 минут).

Цели урока:

- рассмотреть виды кинематических передач вращательного движения;
- разработать модели для исследования их характеристик.

Задачи урока:

образовательные:

- сформировать понятие о видах кинематических передач, их характеристиках;
- в процессе создания материальной и информационной моделей передач вращательного движения сформировать понятие о моделировании как методе исследования и познания окружающего мира;

развивающие:

- развивать творческие способности учащихся;

* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО:
http://infojournal.ru/journals/school/school_01-2017/

- развивать инженерное и пространственное мышление;
- формировать навыки сотрудничества, коммуникативные качества;
- развивать коммуникативные навыки, способность к совместному творчеству;
- формировать умение планировать свою деятельность;
- формировать умение ставить цели своей деятельности;
- развивать мыслительные навыки;
- формировать навыки рационального использования времени;

воспитательные:

- воспитывать ответственность при работе в команде;
- воспитывать навыки самооценки, самоконтроля.

Планируемые результаты обучения: учащиеся будут:

- *знать* кинематические характеристики передач вращательного движения;
- *владеть навыками* планирования деятельности при разработке материальной и информационной модели.

Опорные знания:

- *по физике:* простые механизмы, характеристики вращательного движения;
- *по информатике:* виды моделей, базовые алгоритмические конструкции, навыки программирования в среде LEGO Mindstorms Ev3 (простые движения, управление моторами).

Оснащение урока:

- компьютер с выходом в Интернет;
- мультимедийный проектор;
- презентация к уроку, подготовленная в Microsoft PowerPoint;
- робототехнические конструкторы LEGO Mindstorms Ev3 45544 — по одному набору на группу из четырех человек;
- мультфильм А. Петрова «Шестеренки»: https://www.youtube.com/watch?v=L-5M_tBcB0w
- раздаточный материал: файлы *Приложение 1.docx*, *Приложение 2.docx*, *Приложение 3.docx*.

Список источников, использованных при подготовке урока:

1. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика: учебник для 9 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
2. Грачев А. В. и др. Физика: 9 класс: рабочая тетрадь № 1 для учащихся общеобразовательных учреждений. М.: Вентана-Граф, 2011.
3. Грачев А. В., Погосев В. А. Физика. 9 класс: учебник. М.: Вентана-Граф, 2014.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. I: Механика. М.: Наука, 1979.
5. Филиппов С. А. Робототехника для детей и родителей / под ред. А. Л. Фрадкова. СПб.: Наука, 2010.
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Передаточное_отношение
7. <http://ru.wikihow.com/рассчитать-передаточное-отношение-зубчатой-передачи>

Подготовка к уроку.

На магнитной доске развесить изображения механических передач, на лабораторном столе расположить приборы, в которых используются ременные и зубчатые передачи: маятниковые часы с анкерным механизмом, часы, генератор трехфазного тока и др.

План урока.

1. Организационный момент — 1 мин.
2. Актуализация знаний — 5 мин.
3. Изучение нового материала — 25 мин.
4. Фронтальная практическая работа — 40 мин.
5. Самостоятельная работа — 10 мин.
6. Закрепление знаний — 6 мин.
7. Домашнее задание — 2 мин.
8. Рефлексия — 1 мин.

Ход урока

Урок сопровождается демонстрацией слайдов мультимедийной презентации, подготовленной в Microsoft PowerPoint*.

1. Организационный момент

Учитель информатики. Добрый день! Мы рады приветствовать вас на уроке. Сегодня нам с вами предстоит сделать важный шаг на пути научно-технического прогресса, и помогут нам в этом сразу две науки — физика и информатика.

Учитель физики. Издавна люди задумывались над тем, как сделать свой труд более эффективным и менее тяжелым, и мы сегодня, вслед за изобретателями прошлого, будем исследовать способы изменения кинематических характеристик различных механизмов.

2. Актуализация знаний

На экране появляется фрагмент мультфильма А. Петрова «Шестеренки». Во время просмотра учитель физики проводит актуализацию знаний в форме фронтального опроса.

Фронтальный опрос по теме «Кинематика движения по окружности».

- 1) Какие кинематические характеристики движения по окружности вы можете назвать? (*Период, линейная скорость, угловая скорость, частота, центростремительное ускорение.*)
- 2) Выберите из формул на доске те, которые записаны верно:

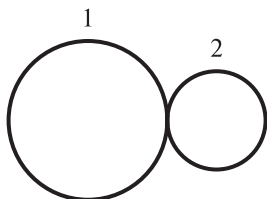
$$v = \frac{t}{N}; v = \frac{N}{t}; \omega = \frac{2\pi}{T}; T = \frac{t}{N}; T = \frac{N}{t};$$

$$\omega = \pi T; v = 2\pi Rv; v = 2\pi R\omega; \omega = vR; v = \omega R; a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R}.$$

- 3) Как изменится центростремительное ускорение при увеличении радиуса окружности в два раза, если остальные параметры не изменились? (*Уменьшится в два раза.*)
- 4) Как изменится центростремительное ускорение при уменьшении периода вращения в четыре раза, если остальные параметры не изменились? (*Увеличится в 16 раз.*)

* Презентацию можно скачать на сайте ИНФО: http://infojournal.ru/journals/school/school_01-2017/

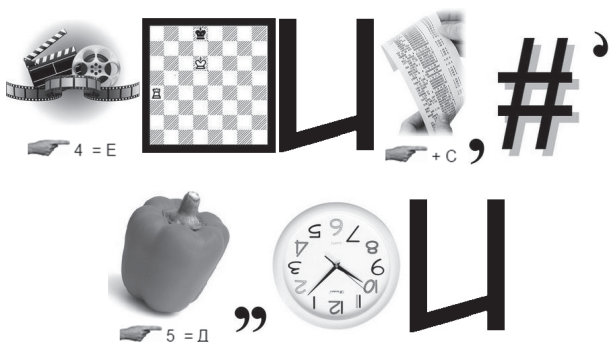
- 5) Какие кинематические характеристики движения одинаковы для этих двух соприкасающихся вращающихся окружностей?



(Линейная скорость точек, лежащих на окружности.)

Учитель физики. Теперь, ответив на вопросы, глядя на обстановку кабинета, скажите: что мы будем исследовать на уроке? (*Ученики высказывают предположения.*)

Уточним тему, розгадав ребус.



(Кинематические передачи.)

Учитель информатики. Чтобы познать явления окружающего мира, необходимо исследовать их свойства и поведение. Как поступить, если реальный объект исследовать напрямую невозможно (например, если его размеры велики или малы или он недоступен для нас)?

Ученики. Построить модель.

Учитель информатики. В чем отличие модели от реального объекта?

Ученики. Модель отражает не все свойства реального объекта, а только те, которые важны в данной ситуации.

Учитель информатики. Какие два вида моделей вам известны?

Ученики. Материальные модели и информационные модели.

Учитель информатики. Чтобы исследовать характеристики кинематических передач, мы построим вначале математическую модель, а затем проверим ее справедливость при помощи материальной модели передачи. Поэтому вторая часть темы урока — «Моделирование как метод познания».

3. Изучение нового материала

Учитель информатики. *Модель* — это новый объект, который отражает существенные с точки зрения цели моделирования признаки изучаемого предмета, процесса или явления.

Моделирование — это не просто процесс разработки модели, это метод познания, заключающийся в создании и исследовании моделей.

(Учащиеся записывают в тетрадь определения.)

Любая модель строится для решения задачи. Построение модели начинается с анализа условия задачи. В результате анализа определяются объект и цель моделирования, выделяются взаимосвязи между частями объекта, их свойства.

Следующий этап — формализация. Части объекта, их свойства и связи между ними представляются в некоторой форме: формула, чертеж, график, словесное описание и т. д. В результате получается информационная модель:



Учитель физики. Нам необходимо изучить характеристики различных видов кинематических передач.

Важнейшая характеристика передачи — передаточное отношение. **Передаточное отношение** — это число, показывающее, во сколько раз изменился момент силы в результате работы:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1}.$$

Пока учитель ведет объяснение, ученики заполняют таблицу:

Тип передачи	Определение (описание)	Характеристика — передаточное отношение (математическая модель)	Достоинства	Недостатки	Где применяется

В зависимости от подготовленности школьников математическую модель для каждой передачи можно построить:

- или под руководством учителя информатики;
- или самостоятельно, опираясь на предложенный ниже алгоритм;
- или предложить учащимся самостоятельно разработать этапы построения модели и реализовать план действий.

Алгоритм:

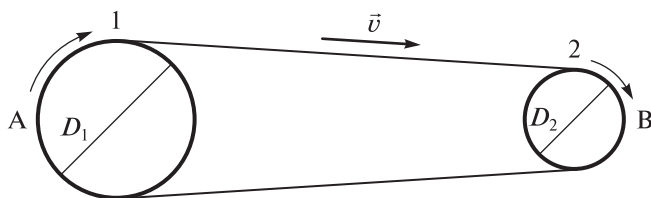
- 1) Запишите формулу для расчета линейной скорости ведущего колеса (через его радиус и число оборотов).
- 2) Запишите формулу для расчета линейной скорости ведомого колеса (через его радиус и число оборотов).
- 3) Сравните полученные линейные скорости. Сделайте вывод.
- 4) Постройте математическую модель для расчета передаточного числа данной передачи.

Учитель физики. Передача вращения от вала двигателя на вал станка происходит тремя способами.

Способ 1. Ременная передача.

Ведомый шкив приводится в движение благодаря силе трения между ремнем и шкивом. Ременная передача

работает хорошо, если отсутствует скольжение ремня по ободу шкива.



Шкив А — ведущий на валу двигателя. Шкив В — ведомый на валу станка.

$\vec{v}_1 = \vec{v}_2 = \vec{v}$ при отсутствии проскальзывания.

N_1 — число оборотов в секунду у первого шкива (ведущего).

N_2 — число оборотов у второго шкива (ведомого).

D_1 — диаметр ведущего шкива.

D_2 — диаметр ведомого шкива.

$$v_1 = 2\pi r_1 N_1 = \pi D_1 N_1 \Rightarrow N_1 = \frac{v}{\pi D_1}.$$

$$v_2 = 2\pi r_2 N_2 = \pi D_2 N_2 \Rightarrow N_2 = \frac{v}{\pi D_2}.$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1} = i \text{ — передаточное отношение ведущего шкива.}$$

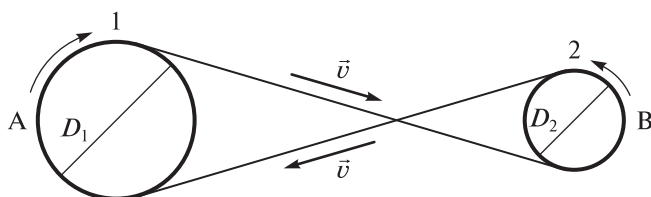
α — угол обхвата — центральный угол, стягивающий дугу, на которой лежит ремень на шкиве.

Чем больше передаточное отношение, тем меньше угол обхвата.

Невыгодная ременная передача:

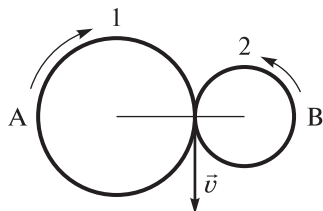
$$\frac{N_2}{N_1} > 5; \quad \frac{N_2}{N_1} < \frac{1}{5}.$$

При скрещенных ремнях шкивы вращаются в разные стороны:



Способ 2. Фрикционная передача.

Два колеса прижаты друг к другу с определенной силой.



А — ведущее колесо, В — ведомое.

$\vec{v}_1 = \vec{v}_2 = \vec{v}$ — линейная скорость в точке касания (при отсутствии проскальзывания).

При вращении одного колеса по часовой стрелке другое, благодаря трению, приходит во вращение против часовой стрелки. Используется такая передача при небольших мощностях.

$$v_1 = \omega_1 R_1,$$

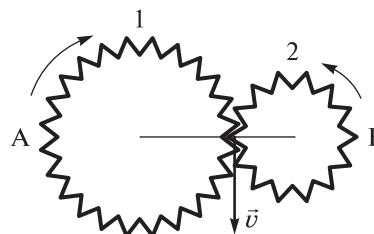
$$v_2 = \omega_2 R_2,$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1}.$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{R_2}{R_1} = i \text{ — передаточное отношение.}$$

Способ 3. Зубчатая передача.

Вращение передается колесами с зубьями-шестеренками.



А — ведущая шестеренка, В — ведомая.

$\vec{v}_1 = \vec{v}_2 = \vec{v}$ — линейная скорость в точке касания (при отсутствии проскальзывания).

Если одна шестеренка вращается по часовой стрелке, то вторая — против.

Число, показывающее, во сколько раз ведущая шестеренка вращается быстрее (или медленнее) ведомой, называется **передаточным числом зубчатой передачи**. Оно находится как отношение числа зубьев ведущей шестеренки к числу зубьев ведомой:

$$\frac{z_1}{z_2} = u,$$

$$u \geq 1.$$

4. Фронтальная практическая работа

Учитель информатики демонстрирует возможности движения робота-тележки (базовая модель Ev3) при максимальной мощности.



Учитель информатики. Можно ли заставить робота-тележку двигаться быстрее? (*Дети высказывают предположение, что при помощи шестеренок можно сконструировать механизм, позволяющий изменить скорость.*)

Мощность моторов постоянна, максимальное значение, которое можно установить программно, — 100 единиц. Но мы можем построить модель зубчатой передачи для изменения вращающего момента от двигателя к колесам, а затем проверить, как она работает.

И здесь, в робототехнике, нам может пригодиться опыт древних греков и знания о передачах, которые вы получили сегодня на уроке. Попробуем сконструировать простой механизм, позволяющий колесам вращаться быстрее, чем мотор.

Для экспериментальной работы дети делятся на группы по четыре человека и работают с рабочим листом 1 (см. файл *Приложение 1.docx*).

Работа 1 (файл *Приложение 1.docx*).

Оборудование: шестеренки с разным количеством зубьев, оси, штифты, балки из набора LEGO Mindstorms Ev3.

Цель: установить зависимость между числом зубьев шестеренок и количеством оборотов, которые они совершают.

В ходе работы учитель физики обращает внимание детей на то, что вращение ведущей и ведомой шестерен происходит в разных направлениях.

Учитель информатики фиксирует этапы моделирования: анализ, формализация.

По результатам исследования учащиеся делают вывод: скорость вращения ведущей шестерни зависит от соотношения между количеством зубьев ведущей и ведомой шестерен.

Учитель физики. Данная величина называется передаточным отношением.

Передаточное отношение показывает, во сколько раз увеличивается момент силы на ведомой шестерне:

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

Учитель физики. Сформулируйте выводы для передаточного отношения $i > 1$ и передаточного отношения $i < 1$.

Выводы:

- При $i < 1$ мы получаем увеличение скорости. Такие механизмы называются **редукторы**.
- При $i > 1$ мы получаем уменьшение скорости, и такая передача называется понижающей. Такие механизмы называются **понижающие редукторы** или **мультипликаторы**.

Учитель физики. Как вы думаете, зачем нужно понижать скорость (вращающий момент)?

Ученики. Проигрывая в скорости, мы получаем выигрыш в силе, и наш двигатель становится более мощным, хотя и вращается медленнее.

Учитель физики. Все правильно. Вспомним **золотое правило механики:** «Ни один простой механизм не дает выигрыша в работе. Во сколько раз выигрываем в силе, во столько же раз проигрываем в расстоянии».

Работа 2 (файл *Приложение 2.docx*)

Оборудование: шестеренки с разным количеством зубьев, оси, штифты, балки из набора LEGO Mindstorms Ev3.

Цель: установить зависимость между количеством шестеренок в редукторе и передаточным отношением.

В системе из нескольких шестеренок передаточные отношения соседних пар перемножаются. Результирующее передаточное отношение:

$$i = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_3}{z_2} \times \frac{z_4}{z_3}.$$

По результатам исследования учащиеся делают **вывод:** шестеренки, находящиеся в середине, не участвуют в результирующем передаточном отношении — их называют **паразитными**. Имеет значение только соотношение между количеством зубьев первой и последней шестерен.

Учитель физики. Как вы думаете, для чего нужны паразитные шестерни в редукторе?

Ученики. Они позволяют передавать вращательный момент на большее расстояние либо влияют на направление вращения ведомой шестерни.

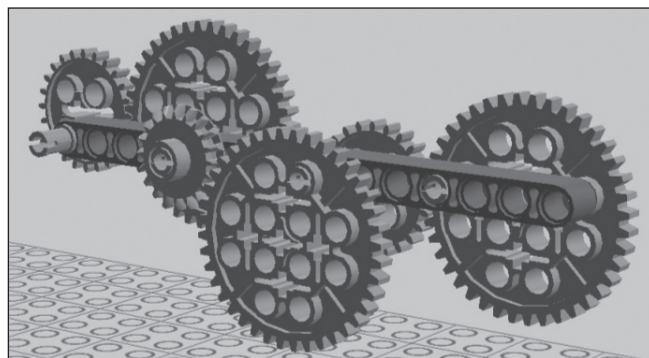
Работа 3.

Учитель информатики. Можно ли сконструировать из нескольких шестеренок такой механизм, в котором каждая шестеренка будет полезной?

Подсказка: шестеренки, вращающиеся на одной оси, имеют передаточное отношение $i = 1$.

А общее передаточное отношение рассчитывается как произведение всех передаточных отношений соприкасающихся шестеренок:

$$i = i_{12}i_{34}i_{56} \dots$$



$$i = \frac{24}{40} \times \frac{20}{40} \times \frac{24}{40}.$$

5. Самостоятельная работа

Задание для работы по группам:

- 1) Постройте из данного набора шестеренок редуктор, позволяющий получить наибольшее передаточное отношение.
- 2) Постройте из данного набора шестеренок редуктор, позволяющий получить наименьшее передаточное отношение, т. е. самую большую скорость.

Количество шестеренок определяет учитель по наличию деталей и уровню подготовленности учащихся.

Дополнительное задание.

Установите на ведущие колеса робота редуктор с $i < 1$. Проверьте, насколько быстрее будет двигаться робот.

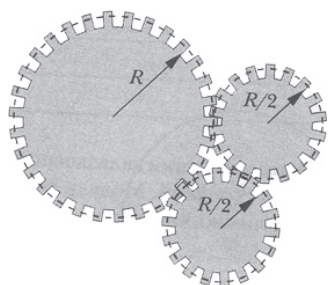
Вывод: при увеличении скорости в четыре раза во столько же раз падает мощность двигателя, и, несмотря на то что колеса вращаются быстрее, робот не может сдвинуться с места.

6. Закрепление знаний

Учащиеся в группах отвечают на теоретические вопросы (файл *Приложение 3.docx*). Затем проводится коллективное обсуждение ответов.

Пример вопросов для группы 1:

- 1) Чему равно передаточное число зубчатой передачи между часовой или секундной стрелкой в часах?
- 2) На рисунке изображена система шестеренок. Может ли эта система вращаться? Объясните, почему.



7. Домашнее задание

Сконструируйте полезное устройство, в основе которого лежит редуктор.

Примеры: вентилятор ($i < 1$), мельница ($i > 1$).

Для выполнения домашнего задания можно использовать любой конструктор с набором шестеренок либо среду LEGO Digital Designer.

Учащиеся делятся на группы численностью до четырех человек. В группе предусмотрены следующие роли:

- инженер — проводит теоретические расчеты, строит математическую модель;
- конструктор — строит материальную либо информационную модель на компьютере;
- художник — выполняет эскиз проекта, строит образную информационную модель;
- секретарь — составляет описание проекта, строит словесную модель системы.

8. Рефлексия

Учитель физики. В тетради из шестеренок постройте редуктор, передаточное отношение которого будет отражать ваши впечатления от урока:

- $i < 1$: ведомая шестерня крутится медленнее ведущей — есть трудности, многое непонятно;
- $i = 1$: ведущая и ведомая шестерни крутятся с одинаковой скоростью — все понятно, но нужно закрепить материал;
- $i > 1$: ведомая шестерня крутится быстрее ведущей — все легко и понятно.

НОВОСТИ

Российская робототехника пришла в школы Финляндии

Резидент кластера ИТ-технологий Фонда «Сколково» петербургская робототехническая компания «РОББО» совместно с благотворительной организацией We Foundation поставили оборудование для обучения программированию и робототехнике в 25 школ в Финляндии. Проект стартовал в декабре 2016 года, заявку на участие подали 450 учебных заведений.

В основе проекта лежит идея создания школьного класса инноваций, где дети смогли бы обучаться робототехнике, программированию и конструированию роботов на свободном аппаратном и программном обеспечении в интерактивном режиме. Помимо набора оборудования в рамках проекта на протяжении года учителям будет предоставлена необходимая техническая поддержка, а также бесплатные тренинги и курсы повышения квалификации.

Павел Фролов, продюсер «РОББО»: «Идея программы состоит в том, чтобы обеспечить высоким уровнем образования всех детей без исключения. Именно поэтому наше оборудование получили школы по всей территории Финляндии, а не только в крупных городах: наборы «РОББО» появились в Хельсинки, Турку, Порвоо, Пулкконкоски, Вааса и других. Инновационные технологии — залог успешного будущего любого ребенка, и мы надеемся, что после успешного внедрения в Финляндии конструкторы «РОББО» появятся в школах других стран».

Набор состоит из программируемой модульной системы ROBBO Robot kit с магнитными площадками для датчиков, а также платы с датчиками и программируемыми сенсорами ROBBO Lab. Для того чтобы ребенок был активно вовлечен в учебный процесс, все продукты

оптимизированы для финского и английского языков и встроены в прозрачные картриджи — таким образом дети видят микросхемную часть. Все компоненты учебного комплекса можно разбирать, чтобы ребенок мог понять принцип устройства и самостоятельно создать собственное.

Кристина Каркконен, директор по программам ROBBO Europe: «Конструкторы просты в сборке, использовании и обучении, а язык программирования Scratch прекрасно подходит для детского восприятия. Участники программы отмечают, что «РОББО» дает возможность не только познакомить детей с азами робототехники и программирования, но и развивать в них инженерное, инновационное мышление».

Алексей Гонноченко, руководитель направления EdTech ИТ-кластера Фонда «Сколково»: «По результатам исследования НАУРР 2016 года, рынок образовательной робототехники в России составляет примерно 2 % от мирового (11,483 млрд рублей в России и \$9,843 млрд за рубежом). Именно поэтому Фонд «Сколково» активно поддерживает выход российских компаний этого сегмента на международный рынок. Успешная поставка конструктора в школы Финляндии — лишь первый шаг в этом направлении, в январе компания приняла участие в крупнейшей выставке образовательных технологий BETT Show 2017 в Лондоне на стенде инновационного центра «Сколково».

К 2017 году на оборудовании «РОББО» обучаются около 10 000 детей в 30 российских школах, 40 финских школах и 31 «РОББО Клубах» — сети кружков компании, распространяющейся по франшизе.

(По материалам, предоставленным пресс-службой фонда «Сколково»)