

УДК 004.43, 59.30
ББК 32.81
К66

Корягин А. В., Смольянинова Н. М.

К66 Физические эксперименты и опыты с LEGO MINDSTORMS EV3. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 264 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-867-8

Эта книга поможет читателям углубить знания в области робототехники и программирования, используя набор LEGO Mindstorms EV3. Универсальность этого средства позволяет наглядно представить физические закономерности окружающего нас мира, для описания которого наука оперирует сложным математическим аппаратом. Применение программного инструментария в области математики и программирования научит вас создавать сложные программы для выполнения роботом более точных действий или проведения научных исследований с его помощью.

Преподаватели технологии, информатики, математики и физики, а также педагоги дополнительного образования, в частности по направлению «Робототехника», могут использовать эту книгу в качестве учебного пособия. Детям это издание пригодится как дополнение к школьному курсу физики, поясняющее особенности многих физических явлений, а также пособие по разработке сложных роботизированных проектов.

УДК 004.43, 59.30
ББК 32.81

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-97060-867-8

© Корягин А. В., 2020
© Оформление, издание,
ДМК Пресс, 2020

Содержание

Об авторах.....	5
Введение	6
Условные обозначения в книге	8
Глава 1 Движение	9
Глава 2 Прямолинейное равномерное движение	14
Глава 3 Относительность движения. Сложение и вычитание скоростей. Принцип относительности Галилео Галилея.....	23
Глава 4 Прямолинейное равноускоренное движение	29
Глава 5 Движение вертикально вверх и вниз. Ускорение свободного падения	44
Глава 6 Криволинейное движение.....	53
Глава 7 Движение тела по окружности с постоянной скоростью.....	57
Глава 8 Частота, период	63
Глава 9 Маятники.....	68
Список литературы	73
Приложение № 1 Относительность движения	74
Приложение № 2 Конструкция мобильного робота	103
Приложение № 3 Вертикальное движение.....	123
Приложение № 4 Движение по окружности	156
Приложение № 5 Движение по окружности (время и скорость).....	175
Приложение № 6 Частота и период	177
Приложение № 7 Маятник	199
Приложение № 8 Маятник (продолжение).....	220
Приложение № 9 Маятник (окончание).....	241

Об авторах

Корягин Андрей Владимирович – педагог робототехники и программирования методического центра инновационного развития и дополнительного образования для детей и взрослых «Пифаград» г. Воронежа. Выпускник Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского физико-математического факультета. Автор книги «Образовательная робототехника. Lego WeDo». Ведущий специалист в области образовательной робототехники, обучения детей языкам программирования и 3D-моделирования. Автор научных статей в области применения информационных технологий в образовании.

Смолянинова Наталья Михайловна – эксперт образовательных технологий, игротехник Института Новых Технологий (ИНТ) г. Москвы. Сертифицированный тренер интерактивных систем «SMART», «MIMIO»; по работе с образовательными конструкторами «LEGO Education»; ментальной арифметики; «Pertra», судья направлений «FIRST LEGO League», «Hello, Robot!» робототехнического фестиваля «РОБОФЕСТ» Программы «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России».

Введение

Данная книга будет интересна как детям, так и взрослым, стремящимся познать природу явлений, в том числе и педагогам естественно-научного цикла, которые могут продемонстрировать строгие математические выкладки законов и явления на реальных примерах, созданных с помощью детского роботизированного конструктора LEGO MINDSTORMS EV3.

Эта книга поможет наглядно продемонстрировать многие явления в природе и ее законы в форме игровых заданий с уклоном в научное исследование.

Все в нашем мире подчиняется законам и правилам. Существуют законы Вселенной (природы), по которым живет все живое и неживое. Эти законы и правила зародились задолго до появления человечества. Точкой отсчета этих законов принято считать момент рождения Вселенной, это если не брать пока во внимание теорию цикличности в образовании Вселенной.

Мы с вами коснемся изучения и постижения законов природы, так как они – это фундамент всего, что нас окружает. Есть такое изречение – «незнание законов не освобождает нас от ответственности». Данное изречение напрямую связано с постижением наших тем, так как они существуют и будут существовать независимо от того, знаем мы о них или нет, до тех пор пока существует Вселенная. В школе мы изучаем эти явления и законы постепенно, так как их много, и сразу охватить весь аспект не представляется возможным без определенных знаний.

На современном этапе развития науки, промышленности и техники выявлена тенденция четкой, неразрывной взаимосвязи одной науки с другой. И самым наглядным примером связи являются физика, математика, биология и машиностроение в направлении «Робототехника». Роботы могут быть разной конструкции в зависимости от задач, которые они выполняют. Работа таких конструкций зависит от глубины знаний в области перечисленных дисциплин.

Как раз, дорогие читатели, данная книга нацелена показать тесную связь физики и математики в робототехнике. Все представленные эксперименты и опыты вы сможете воссоздать, используя конструктор LEGO MINDSTORMS EV3. Но это не значит, что материал изложен только под использование данного конструктора. Вы вправе использовать любой конструктор, который (желательно) имеет микроконтроллер, необходимый для сбора и регистрации быстро изменяющихся процессов.

Для ребят это следующий этап работы с конструкторами, когда мы уже собираем не просто движущиеся объекты, подкрепленные нашим сюжетом, но и устройства, которые приближают нас к науке, к роли исследователя, ученого, детектива.

Для педагогов и родителей это отличный способ через игру, через любимый и понятный детям конструктор помочь в освоении теоретического материала различных естественно-научных предметов. Такая форма решает несколько проблем:

- помогает показать робототехнику не только как конструирование, но как научное исследование;
- расширяет курсы робототехники и технологии в школах, учреждениях дополнительного образования и вузах;
- компенсирует на уроках физики нехватку лабораторного инвентаря для демонстрации опытов.

Структура книги разбита по темам из курса физики. В каждой предметной главе рассматриваются различного вида явления и эксперименты, начиная от простых вариаций и заканчивая сложными.

Здесь мы охватим такие школьные предметы, как физику (кинематику) и математику.

Желаю вам удачного путешествия в мир знаний!

Условные обозначения в книге



Раздел содержит научную информацию или строго математические и теоретические формулировки. Путь ученого-теоретика.



Раздел содержит инструкцию по сборке механизма, устройства или экспериментальной установки. Путь инженера.



Раздел, содержащий задания. Кроме проведения эксперимента, необходимо уметь записать данные, провести расчет и анализ. Люди, справившиеся с этими типами заданий, постигнут суть СИЛЫ и станут на путь джедая физики.



Раздел содержит информацию по навыкам и теме. Пионер всегда готов – поэтому информирован, значит, подготовлен. Перед тем как приступить к выполнению эксперимента, обязательно прочитайте, что вы будете делать.

Глава 1

Движение

Еще в древние времена люди дали два понятия о состоянии тел. Тело может находиться в покое, а может двигаться.

Что же такое движение? Согласно общепринятому определению, движение – это изменение положения тела в пространстве относительно неподвижного объекта с течением времени (в более подробной форме – изменение координаты положения тела в пространстве относительно начала отсчета с течением времени).

Если не сталкиваться с движением на практике и сопоставлять каждый элемент определения с явлением движения, то вряд ли возможно понять «сухую» теорию. Но мы с рождения сталкиваемся с данным явлением и можем различать простые формы движения и покоя, исходя из жизненного опыта.

Так делали и люди, жившие до н. э., но видов движений появлялось с каждым годом все больше и больше. Поэтому решили сформулировать закон и подкрепить его математическими формулами, чтобы строго разграничить виды движений и дать точное определение, что такое движение.

Рассмотрим рис. 1.1.

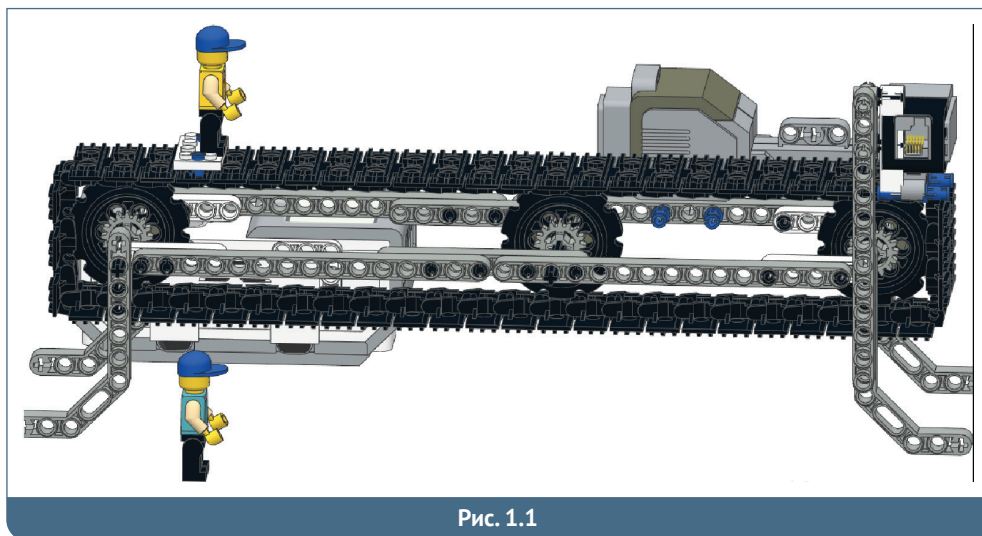
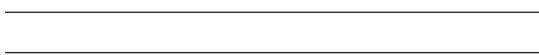


Рис. 1.1

Как мы видим, есть два персонажа (человечки). Один стоит на подвижной гусеничной платформе (сам он не двигается), а второй стоит неподвижно параллельно ему.



Параллельность – это когда два объекта не пересекаются (не касаются друг друга (если один не находится внутри другого)).
Например, параллельные прямые (геометрия):



Два фонарных столба, стоящих рядом, бордюры на прямом участке дороги (см. рис. 1.2 и 1.3).



Рис. 1.2

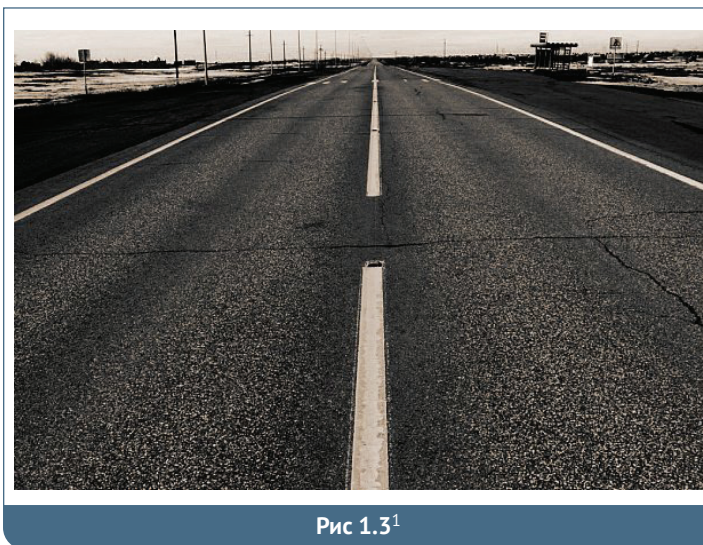


Рис 1.3¹

Конструкция, представленная на рис. 1.1, даст ответы на ряд вопросов:

- Что произойдет, если запустить мотор в конструкции?
- Как ведут себя человечки во время запуска установки?
- Движение только одностороннее?
- Что меняется во время работы установки?
- Если два человечка расположить на платформе, они будут двигаться?
Если они будут двигаться, то относительно чего?

Достаточно много появилось вопросов, и, чтобы решить их, нам надо собрать данную конструкцию. После сборки мы проведем эксперимент.



См. приложение № 1.

¹ Фотография взята с <https://www.deviantart.com/katytonedeff/art/Road-in-190267680>.



Основные характеристики движения:

\vec{v} – скорость [$\frac{м}{с}$] – векторная величина;

\vec{S} – перемещение [м] – векторная величина;

t – время [с] – скалярная величина;

L – путь [м] – скалярная величина.

Формула: $S = v \times t$.

Формулировки данных физических величин вы изучите в учебниках по физике.

На этом этапе ваша конструкция готова. Теперь ее осталось запустить и провести ряд наблюдений. Для того чтобы запустить наше устройство, надо включить блок LEGO MINDSTORMS EV3, подключить мотор к порту B, соединить блок Lego Mindstorms EV3 с компьютером.

В компьютере запустить программу LEGO MINDSTORMS Education EV3 (LEGO MINDSTORMS EV3).

Ниже представлен пример программы для нашей установки (рис. 1.4).

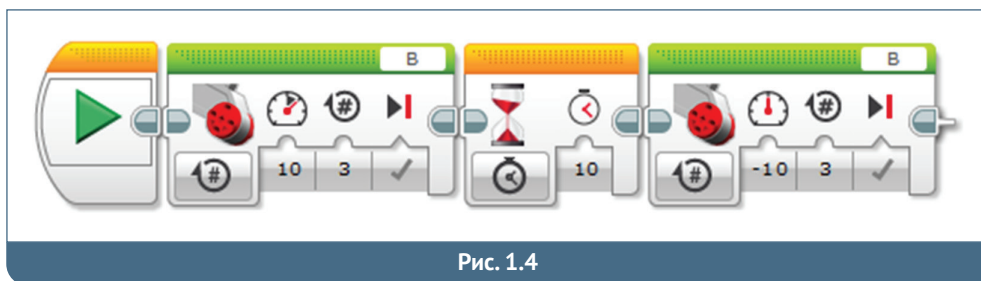


Рис. 1.4

Предварительно загрузите и запустите программу, но без человечка на конструкции, для того чтобы проверить корректность движения и остановки, так чтобы человек не попал под гусеницу. Вы можете настроить программу под свои нужды или же составить свою.

Эксперимент № 1

Расположите человечков согласно рис. 1.1 и запустите установку. Проведите эксперимент несколько раз и попробуйте ответить на поставленные вопросы в виде таблицы:

Вопрос	Ответ
Что произойдет, если запустить мотор в конструкции?	

Вопрос	Ответ
Как ведут себя человечки во время запуска установки?	
Движение только одностороннее?	
Что меняется во время работы установки?	
Если два человечка расположить на платформе, они будут двигаться? Если они будут двигаться, то относительно чего?	

Эксперимент № 2

В данном эксперименте мы вычислим скорость движения объекта (человечка).

Для этого вам потребуется измерить расстояние, на которое переместился человек от первоначального положения. Для расчета перемещения загрузите программу для блока EV3.



Рис. 1.5

Будьте внимательны в составлении программы, нужно выбрать вращение мотора на количество секунд. Используя математическую формулу $S = v \times t$, вычислите скорость.

Все данные занесите в таблицу.



Перемещение	Время	Скорость



Будьте внимательны в единицах измерения. Принято считать расстояние в метрах, время в секундах, а скорость – в метрах на секунду.

$$1 \text{ см} = 0,01 \text{ м} = 10^{-2} \text{ м}$$

$$1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$$

$$1 \text{ мм} = 0,1 \text{ см} = 0,001 \text{ м} = 10^{-3} \text{ м}$$

$$1 \text{ ч} = 60 \text{ мин} = 3600 \text{ с}$$

Эксперимент № 3

Загрузите программу в блок EV3 (рис. 1.6).

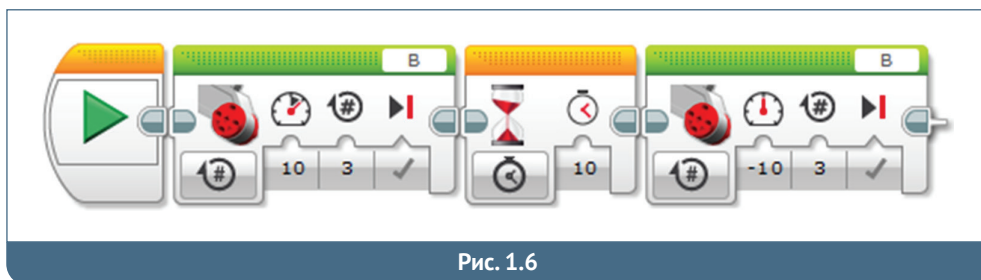


Рис. 1.6



Рассчитайте путь и перемещение объекта (человечка). Результаты занесите в таблицу.

Путь	Перемещение



Данные программы и экспериментальная установка даны в качестве рекомендательного характера. Например, установку можно заменить на роботизированную тележку (приводная платформа), с которой столкнулись все, кто работал на конструкторе Lego EV3. Если у вас конструктор Lego NXT, то особо конструктивно ничего не поменяется. Вы можете изменить программу на свое усмотрение.