

Д. В. Андреев

Построение задач по инженерной механике для курса робототехники на базе технологий LEGO

В статье описываются основные разделы, которые могут быть рассмотрены в рамках базового курса робототехники на основе технологий LEGO, предлагаются методы построения заданий для самостоятельной работы, позволяющие наиболее полно охватить основные темы курса. Также рассмотрены наиболее распространенные ошибки при организации самостоятельной работы учащихся по инженерной механике.

Ключевые слова: LEGO Mindstorms, инженерная механика, робототехника.

D. V. Andreyev

Composition of Mechanical Engineering Tasks for the Course of Robotics Based on LEGO Technologies

This article describes the main sections that can be studied in the basic course of robotics based on LEGO technologies, proposes methods of composing tasks for independent work that allow to cover the main themes of the course. It also describes the most common mistakes in the organization of students' independent work in mechanical engineering.

Keywords: LEGO Mindstorms, engineering mechanics, robotics.

Современные информационные педагогические системы включают в себя средства конструирования и моделирования объектов, визуализации данных и управления процессами, тренажеры и аппаратно-программные исследовательские комплексы. LEGO-педагогика – одна из самых известных и распространенных ныне педагогических систем, широко использующая трехмерные модели реального мира и предметно-игровую среду обучения и развития ребенка.

Образовательные компьютерные программы обретают с помощью наборов LEGO осязаемую реальность: трехмерность, телесность. Они помогут детям без каких-либо затруднений перейти к освоению наиболее сложных образовательных технологий завтрашнего дня. В их числе – аппаратно-программные комплексы, поддерживающие изучение физики, химии, биологии и других предметов естественно-научного цикла. Наборы LEGO-лаборатории служат основой значительной части курса современных информационных технологий – технологии автоматизированного управления. В состав робототехнического конструктора LEGO Mindstorms включены электрические датчики, управляемые элементы, интерфейс для связи с компьютером. Программная часть LEGO Mindstorms выполнена в виде удобной среды с возможностью наглядной обработки любой информации системы – от цифровых показаний датчиков до построений графиков зависимостей измеряемых величин.

Курс «Инженерная механика и робототехника» ведется в Московском Городском Дворце творчества детей и молодежи «Марьино» начиная с 2010 года. Он был построен на базе разработок образовательного подразделения компании LEGO, публикаций и интернет-блогов зарубежных педагогов и инженеров, работающих с LEGO-технологиями.

Группы для курса формируются из учащихся 4–6 классов средней школы. Набор в группу происходит по результатам собеседования.

Для освоения учащимися подобного курса и успешной реализации творческих проектных идей необходимо наличие раздаточного материала LEGO для каждого учащегося в полном объеме и возможность индивидуального использования компьютерной техники каждым учащимся.

Наиболее целесообразным является формирование групп, состоящих не более чем из 6 человек, организация занятий продолжительностью 3 часа с периодичностью 1 раз в неделю.

На этом этапе дети получают знания:

- по основам физики и информатики;
- о применении физических законов в реальных инженерных решениях;
- о построении алгоритмов работы автоматизированных систем.

Приобретают навыки и умения:

- воспроизведения из имеющихся деталей LEGO прототипов реальных механизмов;
- работы с электронными LEGO-элементами;
- разработки собственных механизмов для решения конкретных задач;
- работы с системой программирования VixxCSS;
- обоснования используемых решений задач.

У детей формируются личностные качества:

- развитие логического мышления;
- опыт самостоятельной работы;
- опыт работы в команде;
- дисциплинированность, общая организованность;
- уверенность;
- владение техникой безопасности при работе с электроникой.

Формируются компетенции:

- учебно-познавательная компетенция;
- информационная компетенция;
- коммуникативная компетенция.

Курс имеет 2 основных составляющих. Первая составляющая – инженерная, связана с постройкой моделей из конструктора LEGO. Вторая – написание программ для построенных моделей. Основное отличие программистской части курса от других курсов ранней информатики состоит в использовании в качестве исполнителя не виртуальных объектов учебных сред программирования, а реальных моделей роботов. Второй составляющей курса будет посвящена отдельная статья.

Организация же инженерной составляющей является существенно более трудоемкой задачей, в особенности для преподавателя без большого опыта работы с LEGO-технологиями, поскольку эта тема в настоящее время исследована очень мало и существующие материалы по ней имеют по большей части характер справочников, а не методических пособий. При этом именно инженерная часть играет ключевую роль в поддержания мотивации учащихся, поскольку работа с конструктором LEGO очень увлекает детей.

Первичные задачи инженерной части курса:

- Знакомство учащихся с устройством и физическими принципами работы современных транспортных средств, строительных механизмов и автоматизированных систем промышленного производства.
- Формирование умения воспроизводить прототипы механизмов, исполняющих определенные функции, осваивать навыки работы с механизмами и электроприборами.

Помимо этих первичных целей, курс предполагает решение других немаловажных задач, к которым относятся следующие.

Развитие у детей аккуратности и культуры конструирования

Связь между общей аккуратностью учащихся, качеством выполнения ими различных заданий и манерой выполнения творческих работ из конструктора LEGO очень заметна. Привычку выполнять любую задачу качественно проще всего выработать в процессе той деятельности, которая наиболее интересна детям, поэтому именно при работе над инженерными заданиями из конструктора LEGO этому нужно уделять особое внимание. Нельзя оставлять учеников один на один со своими творческими проектами, поскольку необходимо предотвратить проявления халатности при выполнении заданий. Эффективные подходы к решению этой задачи:

- Задания с инструкцией. Детям предлагается собрать модель, руководствуясь подробной инструкцией. Это может быть либо официальная модель из набора серии LEGO Technic, либо качественно продуманная инструкция, написанная преподавателем в специальной программе для составления инструкций. В обоих случаях учащимся предлагается сборка «идеальной модели», не содержащей

инженерных ошибок, слабых, ненадежных мест, в которой оптимально используется каждая деталь. Построение большого количества таких моделей позволяет вырабатывать опыт создания качественных моделей, в результате чего при выполнении творческих проектов учащиеся больше внимания уделяют тому, чтобы их модель имела качества, присущие официальным образцам конструкции.

- Постоянный контроль над выполнением детьми творческих заданий. Зачастую из-за недостатка опыта ученики имеют только общее представление о конечном результате и не задумываются о деталях реализации до последнего момента. Поэтому преподавателю важно принимать участие в работе над проектом вместе с учащимся, контролировать процесс постройки, подсказывать более удачные варианты реализации второстепенных узлов, своевременно замечать и указывать на ошибки и недочеты в конструкции. Этот подход является более предпочтительным, поскольку при таком тесном контакте учащихся и преподавателя, когда дети видят, что руководителю интересна их работа, улучшается взаимопонимание между ними, и становится более эффективным любое взаимодействие.

Развитие у детей навыков самостоятельной работы и работы в команде

В той мере, в которой это не мешает предыдущей задаче, самостоятельная работа как индивидуальная, так и в парах необходима для развития учащихся. В рамках курса по инженерной механике, для решения такой задачи хорошо подойдут задания на установление назначения тех или иных деталей, поиск способов добавления в существующую модель определенных новых функциональностей, а также различные творческие модификации уже имеющихся моделей. При этом надо учитывать, что учащимся 4–6 классов, даже при хорошем знании элементов, которые есть у них в наличии, сложно самостоятельно найти решения большинства инженерных задач, тем более за время, ограниченное длительностью занятия. Поэтому необходимо контролировать сложность предлагаемых детям задач, в случае более трудных заданий – предлагать командную работу, а также продумать подсказки, способные подвести детей к решению задачи, не раскрывая само решение. Нельзя также не учитывать то, что каждое задание, связанное с постройкой модели из конструктора LEGO, может быть решено множеством способов, и нельзя утверждать, что применяемый преподавателем метод решения задачи является единственно правильным. Если учащийся предлагает свой, оригинальный подход к решению задания, то будет более целесообразно, если возможно, помочь ему развить до конечного решения этот подход, а не предлагать свой. При этом все же полезно показать альтернативные способы решения задачи.

Умение представлять свою работу публично

Система заданий должна рассчитываться так, чтобы к концу курса привести учащихся к постройке модели, содержащей в себе решения всех основных проблем, которые были рассмотрены в течение курса. Когда такие модели будут собраны, детям может быть предложено провести их презентацию. При этом школьники тренируют навык публичных выступлений, а также учатся четко определять задачи, которые ставились перед разработкой этой модели, и обосновывать принятые ими инженерные решения.

Структура курса формировалась таким образом, чтобы рассмотреть максимальное количество инженерных решений, используемых в современном машиностроении, которые могут быть воспроизведены с помощью конструктора LEGO. В качестве моделей для сборки выступают модели транспортных средств и строительной техники. Этот подход активно поддерживается компанией LEGO, поскольку большинство официальных наборов являются именно такими моделями. Они относительно просты, и многие их узлы можно исследовать отдельно от остальных. Позже, при работе над собственными творческими проектами, требующими более тесной взаимосвязи компонентов, учащиеся смогут использовать отдельные части этих моделей в своих постройках.

Большинство учебных заведений, оборудованных наборами LEGO, имеют в своем распоряжении наборы LEGO Dacta 1996–2003 годов выпуска. К ним относятся наборы с артикулами 9609, 9665, 9684, 9723, 9780, 9793, 9794. Они содержат множество простых технических деталей – шестерни, оси, соединительные элементы, но в них крайне мало более сложных деталей для выполнения сложных задач. Учебные заведения также могут обладать более новыми наборами LEGO Education 2007 года и новее, в которых элементная база несколько изменена, но все основные принципы строительства остались прежними. Также, помимо образовательных, школы могут приобретать простые наборы LEGO, содержащие, наряду

с обычными деталями, более специфические. Использование таких деталей сильно упрощает конструкцию, поскольку моделирование специальных элементов из деталей, входящих в образовательные наборы, зачастую получается громоздким и непрочным. В данной статье в качестве примеров будут выступать модели, при построении которых использованы только детали из образовательных наборов старше 2006 года, поскольку ими располагает большинство учебных заведений. Все предлагаемые задачи имеют аналогичные (в некоторых случаях даже более простые) решения и с наборами новее 2006 года. При составлении программы предполагалось рассмотрение всех технических элементов, входящих в состав наборов с вышеозначенными артикулами.

Исходя из этого, был выработан следующий план инженерной части курса:

- Редуктор. Дифференциал. Червяк. Рулевое управление.
- Преодоление препятствий. Подвеска. Сочлененное шасси.
- *Нестандартные виды шасси. Гусеницы. Шагающие механизмы.
- Строительные механизмы. Кран. Кузов. Ковш. Захват.
- *Мультиплексирование моторов.

Программа предполагает постепенный путь от простого к сложному. Вначале детьми будет собираться простейшая модель машины, затем они постепенно начнут добавлять в нее новые функции: сначала – просто двигаться вперед, потом – поворачивать, потом – преодолевать препятствия. Затем будут рассмотрены основные механизмы, применяемые на строительной технике. Одновременно с этим у детей должна появиться идея конечной модели. Когда будут выбраны наиболее удачные конфигурации ходовой и функциональной частей, будут рассмотрены более сложные решения по оптимальной реализации конечной модели из имеющихся ресурсов.

Разделы, отмеченные *, требуют хорошего понимания теоретических основ построения механизмов, описанных в предыдущих разделах. Они могут быть изучены при наличии свободного времени, при хорошей успеваемости учащихся, либо учащимися второго года обучения, если курс рассчитывается на два года.

Каждый раздел можно считать усвоенным, если по окончании его учащиеся могут отвечать на такие вопросы, как: «Каковы особенности узлов, рассмотренных в этом разделе?», «В чем заключаются их преимущества?» и «В чем их недостатки?»

Теперь подробнее о том, какие знания должны получить дети из каждого из общих разделов (не отмеченных *) и какие задания могут им в этом помочь.

Первый раздел – наиболее важный, поскольку именно в нем нужно научить детей технике безопасности и культуре постройки надежных моделей. Детали LEGO отличаются высоким качеством и надежностью, но они все же сделаны из обычной пластмассы и подвержены различным поломкам. Инженерные ошибки в моделях обходятся очень дорого, поскольку многие детали из старых наборов, не имеющие аналогов в моделях, производимых компанией LEGO в последние годы, давно сняты с производства и невозобновимы. Практика показывает, что даже одна ошибка в конструкции способна повлечь за собой серьезное увеличение нагрузки на функциональные узлы модели, результатом чего могут быть поломки соединительных деталей, осей, шестерней, а в худшем случае – уничтожение сложных элементов и неисправность электроники. Порой детям непросто это внушить, но мощности моторов вполне хватает для того, чтобы переламывать оси и зубцы шестерней, и механические поломки внутри моторов также не редкость. Существует реальная иллюстрация, помогающая развеять мысли о том, что сказанное выше не имеет под собой веской основы: в 2011 году LEGO выпустило набор «Моторизированный экскаватор» с дистанционным управлением. Через 3 месяца после запуска продаж все непроданные наборы (а их по всему миру миллионы) были сняты с продажи, что было для производителя крайне убыточно. Причина – в этом наборе была допущена инженерная ошибка, и у всех, кто купил этот набор в числе первых, сгорели моторы. Знания, получаемые детьми в первом разделе, должны предотвратить большинство подобных проблем.

Постройка официальных моделей по инструкциям – хорошее задание на этом этапе, оно поможет сформировать общие понятия о надежности моделей. Конечно, для этого подходят не всякие наборы. Перед тем, как давать такое задание, следует ознакомиться с инструкциями к ним. Если принимается решение о покупке наборов для подобных заданий, то инструкции можно найти на сайте <http://brickset.com>, который содержит удобный поиск по наборам и ссылки на инструкции в формате .pdf на официальном сайте компании LEGO. Для первого этапа подходят модели грузовиков либо строительной техники, предпочтительно содержащие дифференциал (подробнее об этом узле будет рассказано ниже), еще лучше

– моторизованные. Модели внедорожников являются менее подходящими на этом этапе, поскольку в них большое внимание уделено подвеске, которую лучше рассматривать позже.

Модели не стоит собирать по инструкциям целиком, иначе на это не хватит времени, отведенного на занятие. Неучебные наборы содержат много декоративных элементов, которые совершенно не важны, и их можно не использовать. В большинстве моделей достаточно ограничиться сборкой примерно до середины инструкции, хотя, конечно, лучше будет исследовать инструкцию перед занятием и выяснить, какие ее части можно исключить. Нельзя также забывать о необходимости контролировать процесс сборки модели, чтобы не дать детям увлечься художественной частью.



Рис. 1.
Дифференциалы

Помимо общих понятий, крайне важным, и даже ключевым, на протяжении всего курса должно стать понятие редуктора. Редуктор – механизм, преобразующий крутящий момент и угловую скорость вращения оси при помощи механических передач. Действие редуктора основано на том, что мощность двигателя, совершающего работу по вращению оси механизма, остается постоянной. Мощность равна произведению угловой скорости вращения оси на крутящий момент, соответственно, для увеличения момента нужно понизить скорость, и наоборот. Изменение угловой скорости достигается использованием зубчатых передач с шестернями различного диаметра. Конечно, детям 4–6 классов не следует читать курс физики для разговора о таких понятиях, как мощность, угловая скорость и момент вращения. Но общая идея должна быть усвоена, иначе поломок деталей не избежать.

Для введения понятия редуктора можно, например, предложить следующее задание: собрать сначала механизм, изображенный на рис. 2:

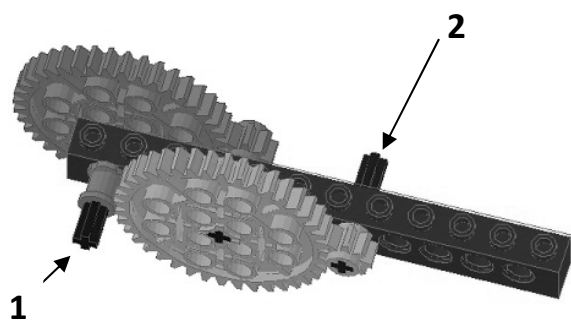


Рис. 2.
Простейший редуктор

Затем провести такой эксперимент. Пусть один из детей зажмет рукой ось 1 (на ней большая шестеренка). Причем держаться нужно именно за ось, не за шестеренку. Он имитирует сопротивление, которое мотор должен преодолевать, чтобы машина ехала (эффект силы трения). Другой же учащийся будет имитировать мотор и будет крутить за ось 2 (на ней маленькая шестеренка). Как бы сильно первый ученик ни держал свою ось (руками, естественно), второй все равно будет ее медленно прокручивать. А теперь пусть они поменяются ролями – крутить надо теперь за ось 1, а ось 2 зажать. Повернуть ось уже будет невозможно.

Из этого эксперимента детям нужно усвоить, что чем медленнее будет крутиться ось, тем большую работу она сможет выполнить. Поэтому они всегда должны добавлять подобные редукторы в свои модели. Мощность мотора остается всегда постоянной так же, как были одинаковыми усилия, которые они прилагали для вращения оси в обоих случаях. Но модель сможет выполнять свои функции только тогда, когда во всех узлах будут стоять редукторы, обеспечивающие нуж-

ную силу (а точнее, момент) вращения. Иначе в узле, который не может провернуться, произойдет поломка. Главное правило, которое должны усвоить учащиеся, – нельзя, чтобы в модели присутствовали переходы от большей шестерни на меньшую, то есть, чтобы скорость вращения оси повышалась. Такие узлы очень опасны, и нужно постоянно контролировать, чтобы в процессе строительства дети их не делали. Также полезно, чтобы у учеников выработалась привычка после добавления любого узла проверять, легко ли вращаются все подвижные части. Конструктор LEGO предполагает, что при корректной сборке модели узлы должны вращаться без особого сопротивления, на что необходимо обратить внимание. Другие задания данного раздела должны способствовать тому, чтобы дети научились это контролировать.

Следующая цель для заданий этого раздела – познакомиться со свойствами таких узлов, как дифференциал, червяк и рулевое управление. В начале курса, когда ничего еще не собрано, перед детьми лежит множество различных деталей. И, естественно, что основное внимание учащихся привлекут наиболее сложные и непонятные детали. Скорее всего, такой деталью будет дифференциал. Дифференциал – механизм, разделяющий момент вращения между колесами автомобиля, позволяющий каждому вращаться с той скоростью, с которой оно может, независимо от другого колеса. Благодаря этому при повороте колеса могут проходить разный путь. Побочным эффектом этого решения является проблема «буксующего колеса» – если одно из колес потеряло сцепление с дорогой, вращаться будет только оно, а остальные будут стоять. Хорошими заданиями для самостоятельного исследования будут:

- Выяснение назначения дифференциала, его свойств.
- Определение достоинств и недостатков дифференциала.
- Поиск методов обхода его недостатков («блокировка дифференциала»).

Для выполнения подобных исследований можно начать строительство вспомогательной модели (возможно, будущей основы для итоговой модели). Например, начать можно одним из следующих способов (рис. 3):

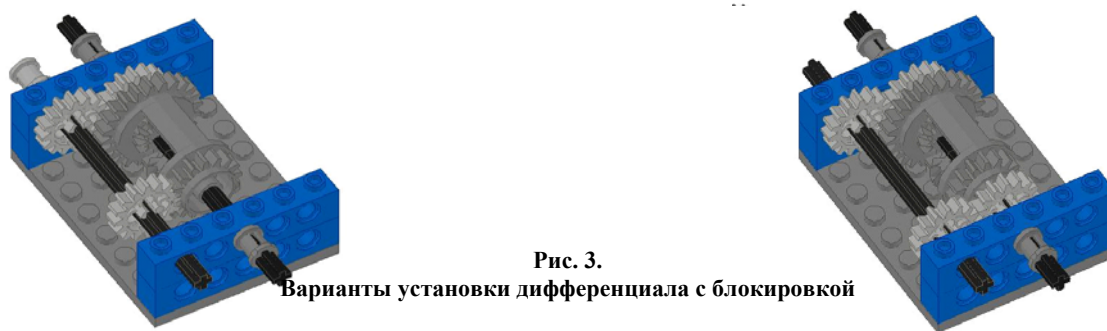


Рис. 3. Варианты установки дифференциала с блокировкой

В последнем варианте разблокировать дифференциал можно, просто сдвинув маленькую шестеренку вбок, к борту, чтобы она не сцеплялась с корпусом дифференциала.

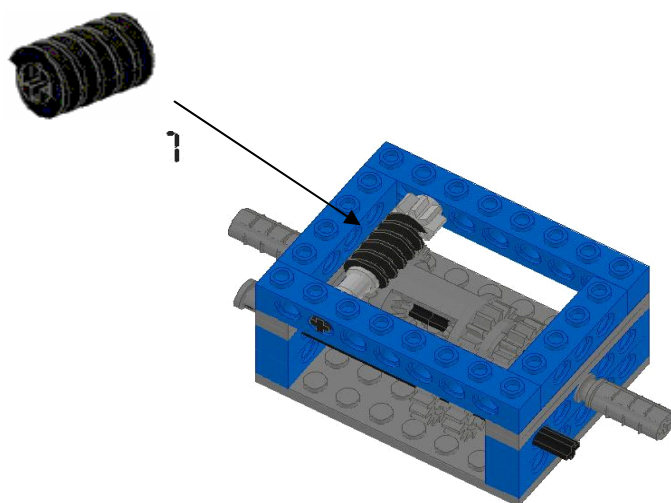


Рис. 4. Червячная передача

Разговор о такой детали, как червяк, лучше проводить после разговора о редукторе, поскольку его использование в редукторе крайне эффективно. Один полный оборот червячной передачи поворачивает ведомую шестерню ровно на 1 зубец, таким образом можно многократно повысить момент вращения. Добавить червячную передачу в нашу модель можно, например, так, как показано на рис. 4. Вопрос для исследования тут остается прежним: «В чем особенности передачи с использованием червяка?»

Рулевой механизм необходим, чтобы модель двигалась не только прямолинейно, но и могла поворачивать. Существует огромное количество вариантов реализации поворотного механизма, поэтому поиск одного из таких вариантов будет хорошим творческим заданием для завершения первого раздела. Возможные варианты решения представлены на рис. 5: управление с рулевой рейкой, тракторное управление, хитрое управление на шестеренках.

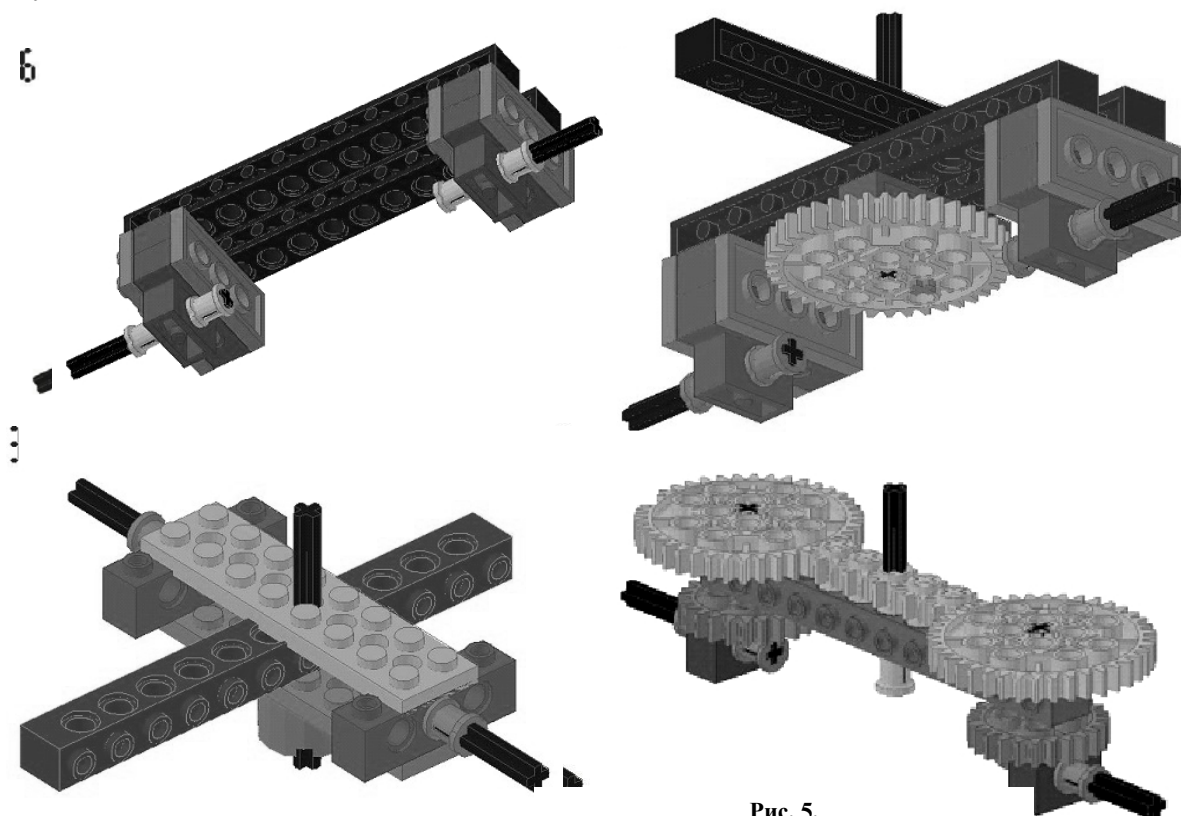


Рис. 5.
Варианты рулевого управления

Итогом первого раздела может являться простейшая машина, умеющая двигаться вперед-назад и поворачивать. Важно, что добавить мотор к этой машине стоит только после разговора о редукторе, чтобы быть уверенными, что установка мотора безопасна. Моторизация механизмов очень интересна детям, поэтому, возможно, стоит использовать это как поощрение за то, что в конструкции корректно используются редукторы.

Задача второго раздела – научить машину преодолевать препятствия. На различных робототехнических соревнованиях моделям часто приходится двигаться не по ровной площадке, а по сложному «ландшафту» со ступеньками. Помочь в преодолении препятствий может контроль над массой и положением центра тяжести модели, а также использование подвески и сочлененного шасси.

Для изучения устройства подвески можно использовать официальные наборы LEGO-внедорожников, где подвеске уделено основное внимание. Подвеска – основное средство, позволяющее автомобилю преодолевать неровности ландшафта, наклоняя оси колес таким образом, что все колеса остаются сцепленными с поверхностью. Подвеска бывает двух основных типов – зависимая и независимая. В зависимой подвеске оси обоих колес расположены на одной прямой, и изменение положения одного колеса повлияет на положение другого. Независимая подвеска позволяет каждому колесу менять положение независимо от противоположного колеса.

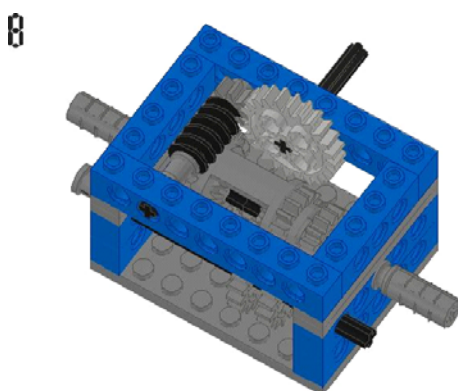


Рис. 6. Зависимая подвеска

При изучении зависимой подвески можно также предложить учащимся изменить построенные ими модели так, чтобы механизм с дифференциалом не был жестко зафиксирован на машине, а мог раскачиваться вверх-вниз на продольной оси. Например, в конструкции, изображенной на рис. 6, можно использовать продольную ось, на которой закреплена шестерня на 24 зубца, как единственное крепление (в белых точках) для этого узла к корпусу модели.

Независимая подвеска – более сложная в исполнении, и придумать самостоятельную ее реализацию непросто для детей 4–6 классов. Если учебное заведение не обладает наборами, имеющими такую подвеску, то наиболее логичным заданием было бы загрузить из Интернета инструкцию официальной модели, обладающей ею, и попытаться воспроизвести эту деталь из имеющихся составных частей. Это осложняется тем, что многие модели, оборудованные подвеской, являются сложными, и понять устройство механизма по случайному месту в такой инструкции может быть невозможно. Подходящей для такой цели инструкцией обладает, например, набор с артикулом 8448.

При постройке подвески сложно обойтись без такой детали, как карданный вал. Карданный вал позволяет передавать вращение между осями, расположенными под углом. Исследование этой детали также может быть неплохим заданием. Вопросы для исследования могут быть такими:

- Зачем нужен карданный вал? В чем его особенности?
- В чем его недостатки?
- Как можно смоделировать функциональность карданного вала с помощью шестерней? В чем отличие карданного вала от такой системы шестерней?



Рис. 7.
Карданный вал

При работе с карданным валом необходимо также соблюдать осторожность. Его центр обязан находиться на оси, вдоль которой происходит изгиб механизма. Некорректная установка карданного вала – очень распространенная ошибка. Это крайне хрупкая деталь, и легко не заметить, что он установлен некорректно. Если все точки изгиба механизма не будут находиться на одной оси, карданный вал сломается первым.

Еще одна распространенная ошибка, связанная с применением этой детали, – злоупотребление им из-за его кажущейся универсальности. Если детям сложно собрать систему шестерней, отвечающую требованиям модели, они пытаются заменить ее системой карданных валов, что также может привести к поломкам этих редких деталей, и поэтому их использование в больших количествах не рекомендуется. Именно в связи с этим данная деталь не распространена, и только самые большие наборы LEGO education содержат несколько карданных валов.

Для преодоления более сложных препятствий, например, въезд на ступеньку высотой примерно 5–7 см можно использовать сочлененное шасси. Хорошим примером, иллюстрирующим детям, что они должны сделать, может быть состоящий из 2 половинок автобус. Для постройки такой длинной машины можно предложить следующее задание: соединить ранее собранные машины в одну длинную изгибающуюся машину. Она не будет подниматься вся целиком, если встретит препятствие, а изогнется так, чтобы поднялась только одна ее секция. Это задание учащиеся будут выполнять всей группой вместе, поскольку задействованы будут все построенные модели.

В продолжение этого задания можно предложить сделать так, чтобы батарейный блок был не зафиксирован на полученной машине, а мог перемещаться по ней. Смещение центра тяжести – также важный аспект преодоления сложных препятствий.

В последнем общем разделе будет рассмотрено выполнение машиной различных функций для манипуляции объектами. Прототипами здесь будут выступать различные строительные механизмы. В этом случае также можно использовать официальные модели LEGO или инструкции от них, подобные модели выпускаются каждый год, и их строительные механизмы являются наилучшими образцами. Детям может быть предложено оснастить свои модели такими механизмами, как подъемный кран, ковш или подъемный кузов, самостоятельно или с помощью инструкции. Сложность такой задачи состоит в том, что стандартный программируемый блок LEGO RCX или NXT поддерживает только 3 мотора, два из которых уже заняты движением и поворотом машины. Поэтому поиск наиболее оптимального способа использования последнего мотора – интересная и полезная творческая задача.

Во многих наборах старше 2009 года применяется такая редкая деталь, как линейный привод. Этот механизм подобен винту, он преобразует вращательное движение своей оси в поступательное – выдвигание поршня из цилиндра. Такая конструкция встречается в небольшом числе наборов LEGO, но для многих механизмов, например, стрелы подъемного крана или ковша, необходима подобная деталь. Достаточно трудоемкая, но полезная задача для учащихся – реализация аналога такого устройства из имеющихся у них составных частей. Эта задача может быть выполнена, например, с использованием червяков и зубчатых реек, что также позволит хорошо проиллюстрировать важные особенности червяка – он может свободно перемещаться вдоль оси, на которой расположен, не может быть повернут шестерней, с которой соединен, способен только сам вращать эту шестерню и блокирует ее, когда неподвижен.

Финальным заданием для учащихся на этом этапе может быть оборудование своих моделей наиболее полезным для последующего применения механизмом – захватом-манипулятором. Для реализации такого захвата можно обратиться, к примеру, к инструкциям для захвата из наборов 9397 и 8436 и затем проанализировать используемые там подходы, выявить достоинства и недостатки каждого из них.

Таким образом, к концу этого раздела может быть построена конструкция, способная преодолевать различные препятствия и манипулировать предметами. Используя ее узлы, модифицируя их, учащиеся смогут получить модель, отвечающую тем требованиям, которые могут быть поставлены перед ней на различных конкурсах и соревнованиях.

Библиографический список

1. Ананьевский, М. С. Санкт-Петербургские олимпиады по кибернетике [Текст] / М. С. Ананьевский [и др.]. – СПб. : Наука, 2006.
2. Материалы лаборатории робототехники и искусственного интеллекта Московского Политехнического музея [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.railab.ru/materialy.html>
3. Филиппов, С. А. Робототехника для детей и родителей [Текст] / С. А. Филиппов. – СПб. : Наука, 2010.
4. Functional 4x4 – Building Driven and Steered Axles, Thomas J. Avery. 2006.
5. The LEGO TECHNIC Idea Book, Isogawa Yoshihito, Isogawa Studio, Inc., 2007.
6. <http://doublebrick.ru>.
7. <http://sariel.pl>.
8. <http://brickset.com>.
9. <http://wikipedia.org>.

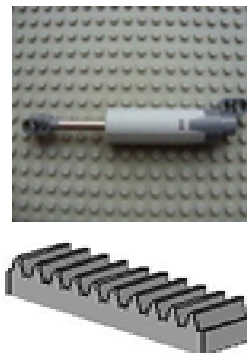


Рис. 8.
Линейный актуатор и
зубчатая рейка