

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №135»
с углубленным изучением предметов образовательной области «Технология»

**Исследовательско-творческий проект
«Демонстрационные модели
по теме «Закон сохранения момента импульса»**

Работу выполнил:
Учащийся 11 класса
Алексеев Яков Андреевич

Руководитель:
Ершов Михаил Георгиевич
Учитель физики и черчения
Тел.: 8-922-301-65-44

Пермь,
2016 год.

Содержание

Введение.....	3
Теоретическое обоснование проекта.....	4
Разработка конструкции модели.....	7
Спецификация деталей изделия.....	14
Технология изготовления.....	15
Техника безопасности.....	17
Экономическое обоснование.....	18
Оценка изделия.....	20
Заключение.....	21
Список использованных источников.....	20

Введение

На создание проекта меня вдохновило посещение музея ПНППК (Пермская научно-производственная приборостроительная компания), где выставлено множество гироскопов, «Парка научных развлечений», школы юных физиков при ПГНИУ (Пермский государственный национальный исследовательский университет).

Мотивом разработки и изготовления изделия стало желание погрузиться в инженерно-конструкторскую деятельность с упором на физическое явление. Это помогло бы мне лучше закрепить материал уроков физики, черчения, информатики и технологии.

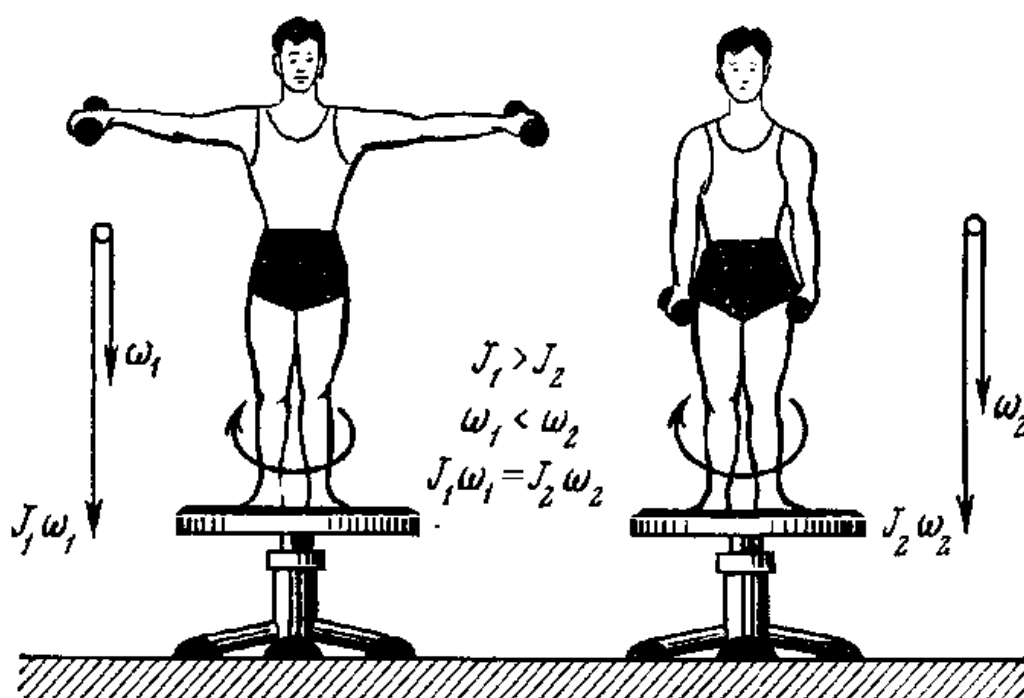
Целью было создание изделия для демонстрации физического явления, которое еще не изучается в школе. Изделие предназначено для использования на уроках физики в 11 классе для того, чтобы мотивировать учеников на углубленное изучение физики и показать им, что они смогут изучать в дальнейшем в вузе. Также изделие можно использовать для демонстрации физического явления на выставках, в «Парке научных развлечений» и на других мероприятиях.

Задачи:

1. Проанализировать доступные источники информации.
2. Выбрать физическое явление для демонстрации.
3. Изучить это явление.
4. Спроектировать изделие на основании полученных знаний.
5. Испытать изделие.
6. Провести пробную демонстрацию изделия для учеников школы.

Теоретическое обоснование

Во время обучения на дополнительных курсах по физике очень заинтересовался гироскопами и теми приборами, которые основываются на использовании принципа момента импульса (квадрокоптер, роторы вертолётот). За основу проекта был взят проигрыватель виниловых пластинок и изображение человека на «Скамье Жуковского». Затем эта конструкция модернизировалась и упрощалась.





Импульс (количество движения) — векторная физическая величина, являющаяся мерой механического движения тела. В классической механике импульс тела равен произведению массы m этого тела на его скорость v , направление импульса совпадает с направлением вектора скорости:

$$\vec{P} = m * \vec{V}$$

Момент инерции — скалярная физическая величина, мера инертности во вращательном движении вокруг оси, подобно тому, как масса тела является мерой его инертности в поступательном движении. Характеризуется распределением масс в теле: момент инерции равен сумме произведений элементарных масс на квадрат их расстояний до базового множества (точки, прямой или плоскости). Для разных тел момент инерции вычисляется по-разному. В данном случае применима формула для сплошного цилиндра или диска радиуса r и массы m :

$$J = \frac{m * r^2}{2}$$

Момент импульса(кинетический момент, угловой момент, орбитальный момент, момент количества движения) – характеризует количество вращательного движения. Величина, зависящая от того, сколько массы вращается, как она распределена относительно оси вращения и с какой скоростью происходит вращение

$$\bar{P} = l * m * \bar{V}$$

Сохранение момента импульса (закон сохранения углового момента) — один из фундаментальных законов сохранения. Математически выражается через векторную сумму всех моментов импульса относительно выбранной оси для замкнутой системы тел, которая остаётся постоянной, пока на систему не воздействуют внешние силы. В соответствии с этим момент импульса замкнутой системы в любой системе координат не изменяется со временем.

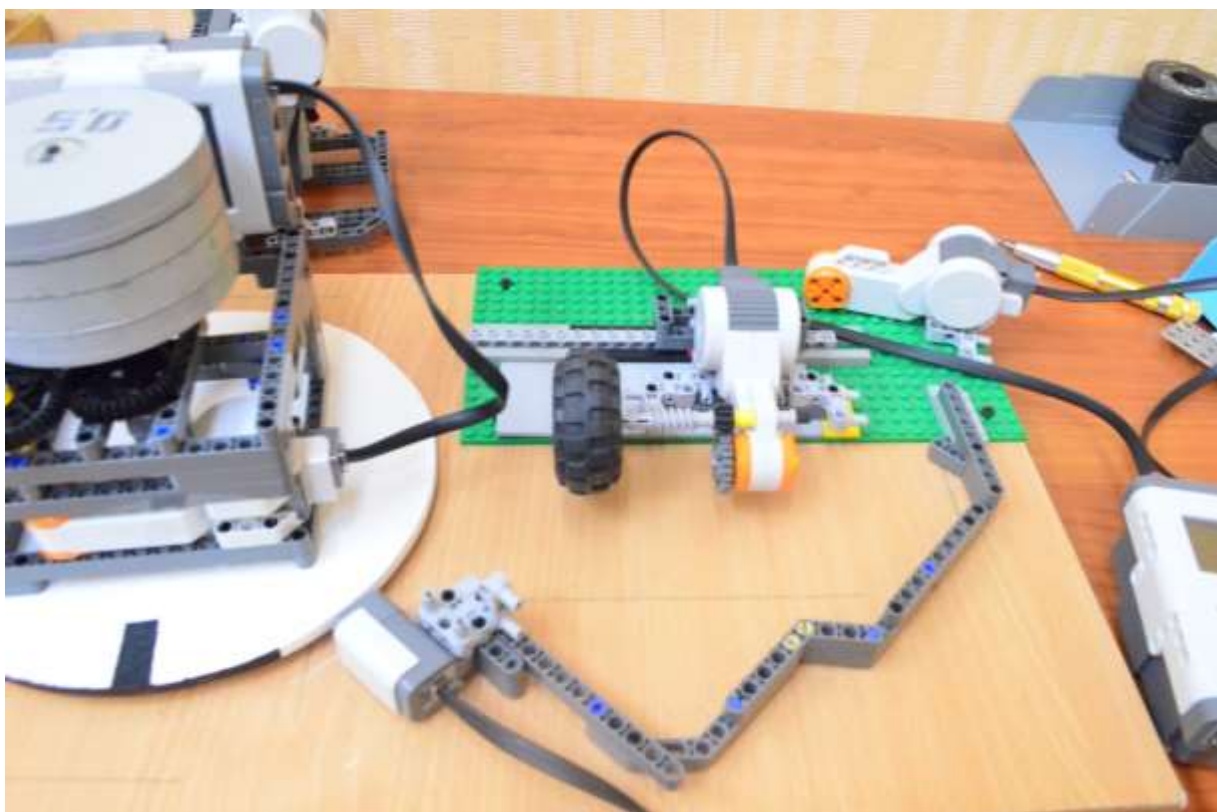
Разработка конструкции проекта

Конструкция 1.

Конструкция состоит из свободно вращающейся платформы и установки, способной распределять массу тела в двух вариантах.

Для изготовления платформы сначала был взят диск от граммофона на оси. Однако возникла проблема неустойчивости платформы в виде колебаний во время вращения, поэтому была изготовлена пластиковая платформа на шарикоподшипнике от старого винчестера, колебание платформы было практически сведено к нулю.





Для демонстрации момента импульса рассматривалось два варианта конструкции.

- 1) Два мотора, каждый из которых поднимает свой груз посредством шестерёночной передачи. Конструкция состоит из: микрокомпьютера, двух моторов, двух шестерёночных передач, двух грузов по 200г.



- 2) Робот изменяет положение балки весом 1.5 кг посредством двух моторов. Конструкция состоит из: микрокомпьютера, двух моторов, управляющих балкой, устойчивое основание, липкой прокладки между основанием и конструкцией.



Для того, чтобы конструкция не теряла равновесие под действием центробежной силы, она всегда была собрана симметрично относительно вертикальной плоскости. Было принято решение остановиться на второй конструкции вследствие её лаконичности, компактности, простоты, большей наглядности для зрителя.

1. В ходе демонстрации работы конструкции планка устанавливается сначала вертикально, конструкции задаётся момент импульса, она начинает вращаться.
2. Затем микрокомпьютер меняет положение планки с вертикального на горизонтальное, и движение замедляется.
3. Микрокомпьютер снова меняет положение планки на вертикальное, плечо уменьшается, и скорость возвращается к начальной.

При демонстрации конструкции школьникам я сначала показывал устройство конструкции в неподвижном виде, показывал, что планка может стоять вертикально или горизонтально, и задавал вопрос:

Если я закручу конструкцию в таком положении, а затем планка опустится, что произойдет? Большинство интуитивно догадываются, что движение замедлится, но не все.

Затем я соглашаюсь, что да, движение замедлится, и задаю следующий вопрос: что произойдет, если планка вернется в вертикальное положение? Вот здесь никто, кроме физиков, еще не догадался, что скорость вернется к начальной.

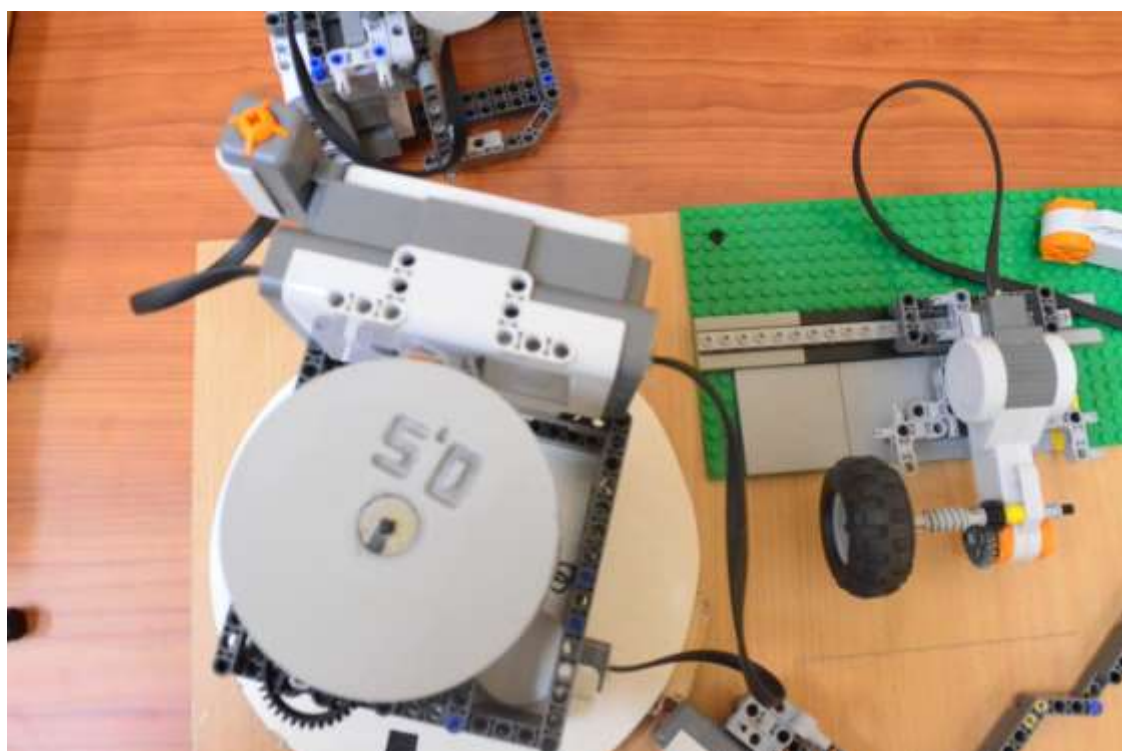
Оставляя вопрос открытым, я демонстрирую работу конструкции, и возвращение скорости к начальной производит эффект на зрителей. После чего они проявляют повышенную заинтересованность в том, чтобы получить объяснения природы этого явления. Тогда я могу объяснить им теоретическую часть.

Во время разработки изделия возник вопрос о том, будет ли свободно вращающаяся платформа компенсировать своим движением вращение раскручиваемой массы на платформе. Сначала проверив на практике, а затем, изучив теоретические работы, выяснили, что это действительно так, согласно тому же закону сохранения момента импульса и закону момента инерции. Этот аспект очень важен, и это проблема, различными способами компоновки винтов решаемая в вертолётостроении.



Конструкция 2.

Для демонстрации явления компенсации момента импульса вращающейся массы платформой, была собрана ещё одна конструкция. Она представляет собой: микрокомпьютер, мотор, несколько шестерёнок для перемещения вращательного движения мотора, и груз (четыре диска от гантелей).



Вторая конструкция представляет собой груз из четырех дисков для гантелей, закрепленных на основании из лего-деталей таким образом, чтобы они свободно вращались относительно основания.

Принцип работы конструкции в том, что вращение задается грузу, а основание (вместе с платформой) начинает вращательное движение в противоположную сторону.

При демонстрации школьникам я опять же показываю устройство конструкции в неподвижном виде, показываю, что груз и основание могут вращаться независимо, и задаю вопрос: если груз будет вращаться, что произойдет с платформой? Некоторые интуитивно догадываются, что платформа тоже будет вращаться, но мало кто может с уверенностью сказать, что она будет вращаться в противоположную сторону. Вместо ответа запускаю конструкцию. (Для большей наглядности на грузе и на платформе есть метки.)

Это также производит эффект, и некоторые пытаются объяснить это явление на основе предыдущих объяснений, и я дополняю их, либо объясняю.

Была проведена демонстрация перед учениками девятых и одиннадцатых классов, ученики были сильно заинтересованы не только конструкцией, но и явлением сохранения момента импульса, задавали вопросы.

Спецификация деталей установки

№	Наименование	Кол-во	Материал
1	Диск от гантели	4	Сталь
2	Балка	1	Сталь
3	Блок NXT	2	Пластиковый корпус
4	Мотор (9 вольт)	3	Пластиковый корпус
5	Диск из пластика	1	Пластик
6	Шарикоподшипник	1	Сталь
7	Датчик касания	1	Пластиковый корпус
8	Стенд	1	ДСП
9	Детали Лего		Пластик
10	Саморез	7	Сталь
11	Винт	2	Сталь
12	Гайка	2	Сталь

Технология изготовления

Инструкционная карта на изготовление.

№ Д	№ п/п	Описание операции	Оборудование и инструменты
1		Изготовление платформы	
	1	Выбор заготовки	
	2	Разметка (стенда и платформы)	Циркуль, карандаш, линейка
	3	Просверлить углубление диаметр 36 мм	Шило, Сверло Форстнера, дрель
	4	Наметить места для саморезов	Шило
	5	Прикрутить шарикоподшипник в углубление на стенде	Отвёртка, 3 самореза
	6	Прикрутить лего платформу к стенду	Отвёртка, 4 самореза
	7	Выпилить заготовку для платформы (Диск с отверстием по середине) из пластика	Лист пластика, Лобзик
	8	Отшлифовать края платформы	Шкурка
	9	Нанести чёрную линию - индикатор для датчика освещения	Маркер
	10	Закрепить платформу на шарикоподшипнике	Мягкий подклад, Отвёртка, 2 винта от шарикоподшипника
2	1	Собрать Конструкцию 1	
	2	Выпрямить балку	Тиски, молоток.
	3	Разметка на балке	Кернер, линейка
	4	Отпилить края балки	Ножовка по металлу
	5	Просверлить отверстия в балке для крепления.	Дрель, свёрла
	6	Покрасить балку	Баллончик с краской (Акрил)
	7	Сборка основания из «Лего»	Конструктор, Микрокомпьютер, моторы
	8	Закрепить балку на конструкции лего.	Отвёртка 2 винта, 2 гайки.
3	1	Сборка конструкции 2	
	2	Сборка основания из «Лего»	Микрокомпьютер,

			лего, моторы
	3	Обточить заготовку для втулки диаметром 16 мм	Заготовка
	4	Просверлить заготовку (Диаметр сверла 3 мм)	Дрель сверло
	5	Отпилить втулки для вставки в гантели	Пила, шкурка
	6	Покрасить гантели	Баллончик с краской (Акрил)
	7	Вставить втулки в гантели	Молоток
	8	Вставить ось «Лего» в шайбы	Молоток
	9	Установить ось с грузом на конструкцию	
4		Испытание и демонстрация изделия	

Техника безопасности

1. Все работы проводить в спецодежде: халат, головной убор, перчатки.
2. При обработке заготовку необходимо надежно и прочно закреплять в верстаке или тисках.
3. Нельзя проверять остроту инструмента пальцами.
4. Резать инструментом нужно строго от себя, в верстаке, а не на весу или на коленях.
5. Нельзя останавливать патрон в сверлильном станке руками.
6. Запрещается оставлять работающий станок без присмотра.
7. Начинать сверление только после того, как двигатель станка наберет полные обороты.
8. Заготовку при сверлении обязательно придерживать рукой в перчатке (или плоскогубцами).
9. При выполнении покрасочных работ дыхательные органы должны быть защищены респиратором, глаза — специальными очками, руки и тело — перчатками и рабочим комбинезоном для предотвращения аллергических реакций кожи, повреждений зрения и слизистых оболочек дыхательных путей.
10. Помещение должно быть хорошо проветриваемым, беспылевым, отапливаемым, с температурой не ниже 20 °С, чтобы избежать концентрирования вредных веществ, входящих в состав краски, в токсичных парах.
11. Нельзя проводить покрасочные работы вблизи открытого огня или при прямом воздействии солнечных лучей во избежание пожароопасных ситуаций.
12. По окончании работы стружку снести щеткой, а инструмент убрать на соответствующие места.

Экономическое обоснование

Целью проекта не было сделать как можно более дешёвое изделие. Поскольку в нашей школе имеется конструктор «LEGOMINDSTORMS» он и использовался. Детали для робототехники достаточно дороги, поэтому стоимость конструкции высока, однако некоторые части конструкции были изготовлены из подручных материалов стоимость которых можно не учитывать

Название материала	Кол-во	Цена, руб.	Стоимость, руб.
NXT блок (микрокомпьютер)	2	15000	30000
Лего мотор	4	660	2640
Набор лего-деталей	1	6400	6400
Датчик касания	1	1000	1000
Основание	1	0	0
Диск стальной	4	0	0
Балка	1	0	0
Пластиковый лист	1	38	38
Саморез	7	5.5	39
Винт	2	4	8
Гайка	2	4	8
Баллончик с краской	1	120	120
ИТОГО:			34492

При необходимости возможно удешевить конструкцию за счёт замены лего-деталей на конструкцию из листового пластика, а микрокомпьютеры и моторы на более дешёвые аналоги. В таком случае стоимость конструкции составит:

Название материала	Кол-во	Цена, руб.	Стоимость
Плата Ардуино	2	240	480
Шаговый мотор (9 вольт)	4	120	480
Листовой пластик	2	20	400
Провод	1	100	100
Основание	1	0	0
Диск стальной	4	0	0
Балка	1	0	0
Пластиковый лист	1	38	38
Саморез	7	5.5	39
Винт	2	4	8
Гайка	2	4	8
Баллончик с краской	1	120	120
ИТОГО:			1320

Оценка изделия

Знание технологии работы с конструкционными материалами, соблюдение техники безопасности и хорошая материальная база помогли успешно изготовить проект.

Положительные стороны:

- Цель достигнута.
- Технология изготовления проста и доступна.
- Технические требования соблюдены.
- Отходы производства изделия не нанесли вреда природе.

Вместе с тем, испытание подтолкнуло на расширения функционала конструкции и изготовление нового изделия.

Задачи:

- Проанализировать информационные ресурсы
- Провести исследование на предмет выбора наилучших материалов для изготовления конструкции.
- Спроектировать конструкции.
- Изготовить конструкции.
- Испытать конструкции.
- Продемонстрировать проект.

Заключение

Модели находятся в постоянном процессе исследования, поэтому в них возможны многие варианты модернизации. Одно из самых важных усовершенствований – это установка на стенде с вращающейся платформой измерительных приборов, таких как: счётчик оборотов для подсчёта угловой скорости и её изменения, мотор, задающий одинаковый или регулируемый импульс системе. Также возможна замена деталей и микроэлектроники Лего на более дешёвые варианты для повышения прочности изделия и уменьшения его стоимости.

Зная массу, измерив длину плеча, можно будет подставить значения в формулы, и увидеть, как работает закон на конкретных цифрах, то есть провести своего рода лабораторную работу.

Список использованных источников

1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Комплекс Государственных стандартов, определяющих правила и положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации. Основные положения — ГОСТ 2.001-70...2.034-83.;
2. Единая система технологической документации (ЕСТД). Комплекс Государственных стандартов, устанавливающих единые требования к оформлению документов, применяемых при разработке технологических процессов производства машино- и приборостроения. Основные положения — ГОСТ 3.1001-81;
3. Сохранение момента импульса [электронный ресурс],
https://ru.wikipedia.org/wiki/Момент_импульса#.D0.A1.D0.BE.D1.85.D1.80.D0.B0.D0.BD.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B5_.D0.BC.D0.BE.D0.BC.D0.B5.D0.BD.D1.82.D0.B0_.D0.B8.D0.BC.D0.BF.D1.83.D0.BB.D1.8C.D1.81.D0.B0
4. Импульс [электронный ресурс], <https://ru.wikipedia.org/wiki/Импульс>