

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ (ОБЛАСТНОЕ) БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ

ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСТВА ДЕТЕЙ И ЮНОШЕСТВА

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ДОРОГИ БУДУЩЕГО

Автор:

Малько Анастасия Сергеевна,
учащаяся 8 класса
МБОУ гимназии № 64 им. В.А.Котельникова,
Г(О)БОУ ДОД Центр развития творчества
детей и юношества,
творческое объединение «Робототехника»

Руководитель:

Коробейников Д.А.,
педагог дополнительного образования
Г(О)БОУ ДОД Центр развития творчества
детей и юношества

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	5
1.1. Исследование существующих проектов.....	5
1.2. Актуальные решения организации альтернативных путей объезда участка дороги	6
1.3. Актуальные решения организации безопасного движения по дорогам общего назначения.....	8
1.4. Выбор основного привода для механизмов	9
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	12
2.1. Определение конструктивных элементов разрабатываемой платформы-пандуса	12
2.2. Схема пневматической системы для моделей.....	13
2.3. Определение конструктивных элементов механизмов на пневмоприводе	14
2.4. Определение конструкции ресивер + насос	15
2.5. Определение конструкции платформы главного привода.....	16
2.6. Определение конструкции механизма захвата.....	17
2.7. Определение конструкции поворотного механизма	18
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	19
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ	20

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы.

Проблема загруженности дорог – одна из самых актуальных в современном мире.

Транспортные перевозки оказывают существенное влияние на экономику любой страны. Себестоимость доставки грузов любой производитель включает в конечную стоимость товара или услуги. Что же влияет на себестоимость доставки? Во-первых, стоимость топлива и владения автотранспортным средством. Во-вторых, сроки доставки груза. Очень часто транспортные компании вынуждены платить штрафы за задержку доставки.

Не меньшее влияние загруженность дорог оказывает и на обычных людей. Неудобства, связанные с пробками, сдерживают развитие такого вида туризма, как путешествия по стране на собственном транспорте.

Новизна работы.

Территория Липецкой области находится в центральной части России. Развитая промышленность и сельское хозяйство являются мощным стимулом освоения ранее свободных территорий. В сельском хозяйстве применяются различные транспортные средства, которые, в том числе, используют дороги общего назначения. Это различные виды комбайнов, трактора и т.д. В весенне-летний период это приводит к снижению средней скорости транспортного потока и увеличению количества аварий.

С другой стороны, на сегодняшний день проводится капитальная модернизация транспортной системы Липецкой области.

В данной работе рассматривается концепция снижения загруженности дорог за счет создания временных транспортных потоков в наиболее «узких» местах с помощью мобильных платформ-пандусов.

Анализ информационных источников не выявил тематических исследований и конкретных проектов применимо к Липецкой области. По информации специалистов проектных институтов г. Липецка, аналогичное решение предлагалось для одной из транспортных развязок г. Липецка в 2004г., но по экономическим причинам не было реализовано.

Цель работы.

Основной целью работы является рассмотрение концепции работы мобильных платформ-пандусов для обеспечения временных путей объезда.

Задачи проекта.

- Определение способов снижения транспортной нагрузки и организации временных путей объезда аварийных участков.
- Анализ современных решений в рассматриваемой области знаний.
- Определение алгоритма работы предлагаемой конструкции.
- Изготовление модели платформы.
- Изготовление модели участка дороги.

Объект исследования.

Представляемая работа является частью общего проекта учащихся объединения «Робототехника» по изучению транспортной системы Липецкой области и применению в регионе организации движения интеллектуальных систем управления.

Предмет исследования.

Предметом исследования является анализ современных технологий создания стальных конструкций и возможность их применения для изготовления передвижных платформ-пандусов.

Предполагаемый результат.

В результате работы предполагается изготовление участка дороги с системой мобильной платформы-пандуса, обеспечивающей создание временного объезда места аварии на дорогах общего пользования.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Исследование существующих проектов

Проблема загруженности дорог – одна из самых актуальных в современном мире. Существует множество направлений решения этого вопроса. Наиболее перспективными являются:

- увеличение пропускной способности существующих дорог и строительство новых;
- разработка альтернативных транспортных средств, в том числе и автономных;
- изменение образа жизни людей в больших городах, при котором снижается потребность в дальних поездках (строительство многофункциональных жилых комплексов с внутренними транспортными коммуникациями).

На наш взгляд, есть еще одно решение, которое при сегодняшнем развитии электроники и робототехники достаточно перспективно. Почему бы не объединить дорогу и транспортное средство, сделав их одним единым механизмом?

Давайте представим, что автомобиль, въехав на такую дорогу, становится единым целым со всем транспортным потоком.

- 1) Дорога сама подскажет машине оптимальную скорость на конкретном участке с учетом количества машин впереди, и автомобиль будет двигаться с такой скоростью, которая позволит догнать попутный транспорт именно в том месте, где возможен обгон.
- 2) В наиболее аварийноопасных местах появятся умные «лежачие полицейские», которые будут выдвигаться из полотна дороги только тогда, когда глаза трассы – «датчики скорости» – заметят слишком ретивого водителя, рискующего собой и окружающими, и чем чаще автомобиль нарушает скорость, тем выше становятся препятствия.
- 3) В случае аварии и затора по направляющим к месту происшествия будут спешить специальные автономные пандусы, позволяющие организовать временный объезд сверху над местом происшествия.

Нидерландский дизайнер Даан Роозегаарде совместно с компанией Heijmans разработал проект «умного шоссе» (Smart Highway), которое оснащено интерактивным освещением, сообщает о погодных условиях и даже способно зарядить аккумуляторы электромобилей. [1]

В Соединенных Штатах инженеры Джулия и Скотт Брюсоу предложили интересную схему автодороги: своеобразный гибрид транспортной магистрали и электростанции. Суть проекта состоит в том, чтобы под прозрачное внешнее покрытие уложить панели солнечных батарей. Помимо запредельной стоимости есть и чисто технические сложности: в настоящее время просто не существует прозрачных покрытий, способных выдержать нагрузки от движения тяжелого транспорта. [2]

Проект датского дизайн-бюро Bjarke Ingels Group Urban Future, который делает дорогу и всё, что на неё попадает, единым целым. Впервые проект Urban Future был выдвинут на премию Audi Urban Future Award, а теперь реализуется уже при полной поддержке Audi. [3]

1.2. Актуальные решения организации альтернативных путей объезда участка дороги

На оживленных трассах, так же, как и на городских улицах, одной из основных причин заторов является авария транспортных средств. При аварии, в большинстве случаев, транспортные средства перегораживают большую часть проезжей части, тем самым сильно ограничивая или полностью блокируя движение.

В городе создание альтернативных объездов практически не возможно, в связи с ограниченностью пространства. А вот на междугородних трассах такое решение вполне возможно.

В общем случае, технология создания такого объезда выглядит следующим образом:

В работе рассматривается использование мобильной автономной платформы-пандуса для организации объезда транспортной пробки или места аварии.

Такая платформа представляет собой стальную решетчатую конструкцию, которая закреплена на транспортной тележке, перемещающейся по рельсам. (рис.1)

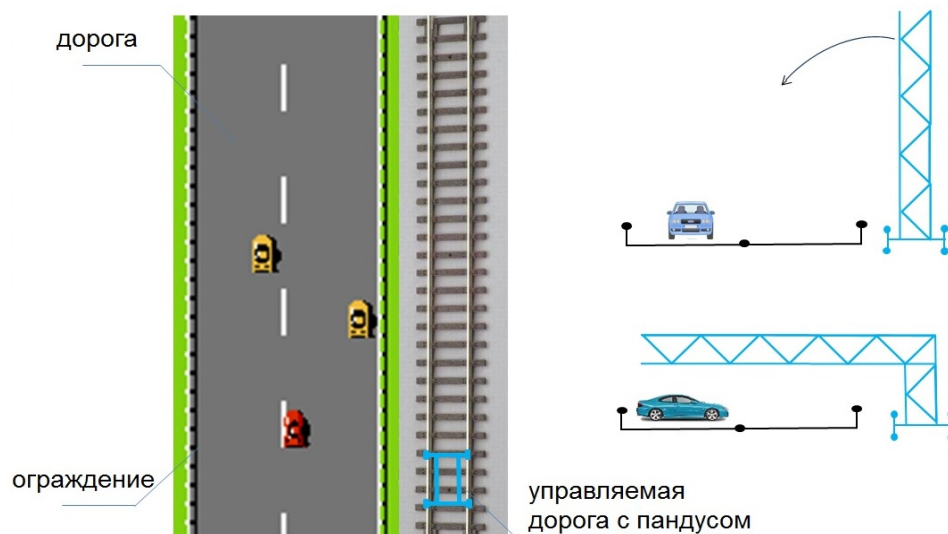


Рисунок 1. Расположение платформы-пандуса относительно дороги

В случае возникновения пробки платформа перемещается в необходимое место.

С помощью сотрудников ДПС перед пробкой освобождается участок дороги, позволяющий обеспечить разворачивание платформы.

Платформа, используя гидроприводы, раскладывается, образуя над дорогой дополнительный участок дороги высотой не менее 5 метров.

По краям опускаются части платформы, обеспечивающие въезд и съезд с платформы. (рис.2)

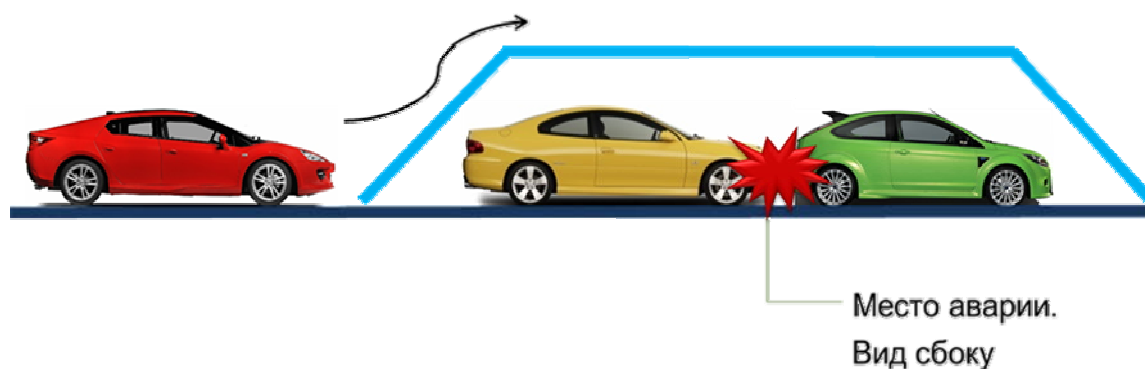


Рисунок 2. Схема объезда места аварии

1.3. Актуальные решения организации безопасного движения по дорогам общего назначения

На сегодняшний день существуют множество методов снижения аварийности на дорогах. Основными являются:

- 1) Контроль движения сотрудниками ГИБДД.
- 2) Автоматический контроль скорости.
- 3) Создание искусственных препятствий движению.

К сожалению, эффективность их действия пока не высокая и количество аварий на дорогах растет.

В работе рассматривается проект создания системы, включающей в себя элементы существующих технологий.

На контролируемом участке дороги устанавливаются камеры определения скорости. Контроллер определяет автомобили, скорость которых превышает допустимую.

Так же рассчитывается средняя скорость потока. Для этого определяется время, за которое 100 автомобилей проезжают контролируемый участок.

При въезде на контролируемый участок водителю передается коммуникационное устройство, которое возвращается при выезде с участка. Такое решение не требует дорогостоящей модернизации, так как на сегодняшний день большинство дорог центрального региона России уже оснащаются пропускными пунктами.

Если скорость единичного транспортного средства превышает допустимую до 20 м/с, то водителю будет сообщаться об этом через коммуникационное устройство. Если движение автомобиля продолжится с той же скоростью, то будет сообщено о штрафе, который необходимо будет оплатить при выезде с участка.

Если система определяет, что средняя скорость транспортного потока превышает допустимую, то активируются «умные лежащие полицейские»

Они представляют собой конструкцию, интегрированную в дорожное полотно. С помощью пневмопривода эластичная верхняя часть начинает выступать над дорогой, образуя препятствие для движения.

Оригинальность идеи заключается в том, что высота «полицейского» будет регулируемой и водителям будет выгодней поддерживать среднюю скорость в рамках допустимой, чем постоянно производить торможение и разгон.

1.4. Выбор основного привода для механизмов

Изучение информационных источников позволило выделить три наиболее перспективные технологии управления средствами малой механизации:

1. электропривод;
2. пневматический привод;
3. гидравлический привод.

Каждая из рассмотренных технологий имеет свои достоинства и недостатки. В предложенной работе будет рассматриваться пневматический привод. Выбор этой технологии был сделан на основании нескольких тезисов.

Электропривод, несмотря на широкое распространение, имеет ряд существенных недостатков при применении в частном доме. Во-первых, требуется постоянное электроснабжение: либо от электрических сетей, либо от независимых источников электроэнергии. Во-вторых, электропривод используется в большинстве случаев совместно с редукторами или исполнительными механизмами различной сложности. В-третьих, использование электроприводов на улице требует защиты от воздействия окружающей среды.

Гидропривод по своим характеристикам аналогичен пневмоприводу. Но в качестве среды передачи энергии используются высокотехнологичные жидкости. Это дает выигрыш и придает мощность таких систем. Но для выбранных видов работ на приусадебном участке и ремонта дома такая мощность не требуется. С другой стороны, гидропривод требует высокого уровня обслуживания и использования большого количества высококачественных комплектующих. Это приводит к серьезному удорожанию качественных гидроприводов. Как следствие, область применения гидроприводов: производственные цеха и профессиональная строительная техника.

Пневмопривод использует те же физические законы, что и гидропривод, но не требует использования высокотехнологичных жидкостей. В отличие от электропривода, пневмоприводы не требуют постоянного притока внешней энергии. На основании унифицированных элементов возможна сборка механизмов различной сложности и различного функционала. Работа пневмопривода не сопровождается шумом и вибрациями (характерными для электроприводов).

Достоинства пневмоприводов:

1. в отличие от гидропривода — отсутствие необходимости возвращать рабочее тело (воздух) назад к компрессору;
2. меньший вес рабочего тела по сравнению с гидроприводом (актуально для ракетостроения);
3. меньший вес исполнительных устройств по сравнению с электрическими;
4. возможность упростить систему за счет использования в качестве источника энергии баллоны со сжатым газом, такие системы иногда используют вместо пиропатронов, есть системы, где давление в баллоне достигает 500 МПа;
5. простота и экономичность, обусловленные невысокой стоимостью рабочего газа;
6. быстрота срабатывания и большие частоты вращения пневмомоторов (до нескольких десятков тысяч оборотов в минуту);
7. пожаробезопасность и нейтральность рабочей среды, обеспечивающая возможность применения пневмопривода в шахтах и на химических производствах;
8. в сравнении с гидроприводом — способность передавать пневматическую энергию на большие расстояния (до нескольких километров), что позволяет использовать пневмопривод в качестве магистрального в шахтах и на рудниках;
9. в отличие от гидропривода, пневмопривод менее чувствителен к изменению температуры окружающей среды вследствие меньшей зависимости КПД от утечек рабочей среды (рабочего газа), поэтому изменение зазоров между деталями пневмооборудования и вязкость рабочей среды не оказывают серьёзного влияния на рабочие параметры пневмопривода. Это делает

пневмопривод удобным для использования в горячих цехах металлургических предприятий.

Недостатки пневмоприводов:

1. нагревание и охлаждение рабочего газа в процессе сжатия в компрессорах и расширения в пневмомоторах; этот недостаток обусловлен законами термодинамики и приводит к следующим проблемам:
2. возможность обмерзания пневмосистем;
3. конденсация водяных паров из рабочего газа, и в связи с этим необходимость его осушения;
4. высокая стоимость пневматической энергии по сравнению с электрической (примерно в 3-4 раза), что важно, например, при использовании пневмопривода в шахтах;
5. ещё более низкий КПД, чем у гидропривода;
6. низкая точность срабатывания и плавность хода;
7. возможность взрывного разрыва трубопроводов или производственного травматизма, из-за чего в промышленном пневмоприводе применяются небольшие давления рабочего газа (обычно давление в пневмосистемах не превышает 1 Мпа, хотя известны пневмосистемы с рабочим давлением до 7 Мпа — например, на атомных электростанциях), и, как следствие, усилия на рабочих органах значительно меньшие в сравнении с гидроприводом. Там, где такой проблемы нет (на ракетах и самолетах) или размеры систем небольшие, давления могут достигать 20 Мпа и даже выше.
8. для регулирования величины поворота штока привода необходимо использование дорогостоящих устройств — позиционеров.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Определение конструктивных элементов разрабатываемой платформы-пандуса

Модель платформы изготавливается на основе пневматических элементов специализированного набора Lego. (рис.3)



Рисунок 3. Элементы пневматических приводов из набора Lego

В работе применяется оригинальный пневматический насос, управление которым осуществляется с помощью контроллера EV3.

Конструкция пневмопривода обеспечивает три степени свободы разрабатываемой платформы. Работа пневмоприводов рассмотрена на примере двух моделей: пневматической подъемной платформы и пневмоманипулятора (рис.4-5).



Рисунок 4. Подъемная платформа



Рисунок 5. Манипулятор с 3-мя степенями свободы

На рисунке 6 представлена концепция работы платформы при ее разворачивании на колесной тележке.



Рисунок 6. Применение пневмопривода для разворачивании платформы

2.2. Схема пневматической системы для моделей

В модели реализован привод с компрессором на электродвигателе с независимым источником питания. Пневматическая схема включает в себя два ресивера, позволяющие обеспечить 10 циклов подъема и опускания колес без дополнительной подкачки. Вентили управляются с помощью шарнирного механизма и шагового электродвигателя, аналогичного двигателям привода колес.

На рисунке 7 показана принципиальная пневматическая схема привода.

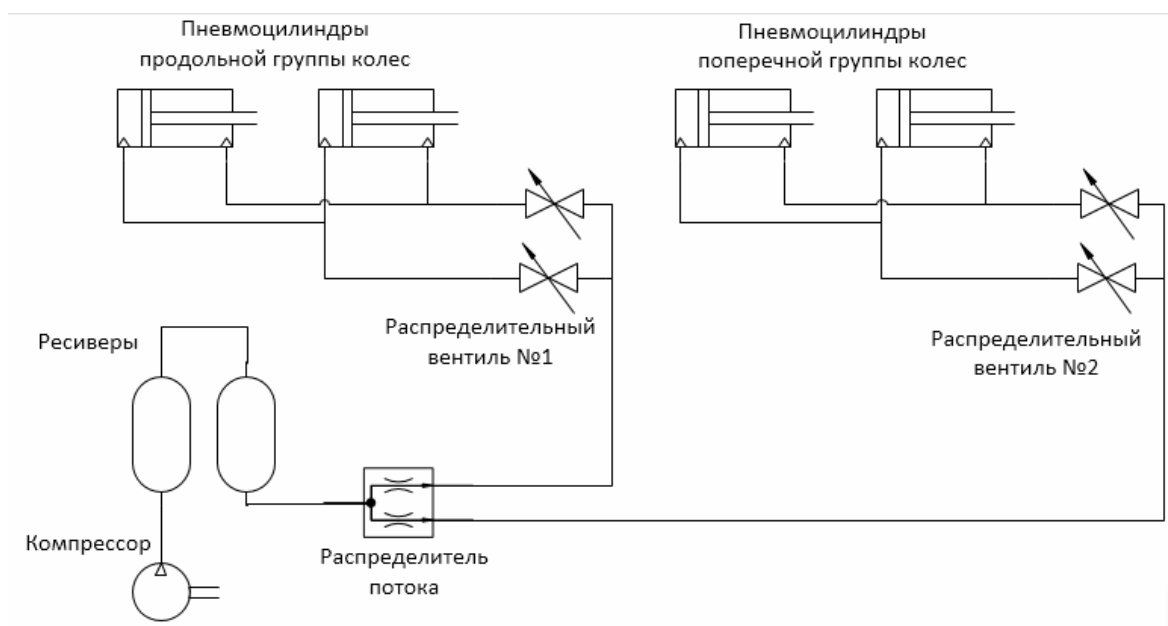


Рисунок 7. Схема пневматической системы модели робота

2.3. Определение конструктивных элементов механизмов на пневмоприводе

На основании данных, приведенных выше, в работе рассматривается семейство механизмов, состоящих из:

1. пневматического подъемника (рисунок 8);
2. комбинированного пресса (рисунок 9);
3. пневматической руки с тремя функциями (поворот, подъем/опускание, захват) (рисунок 10).

Для унификации все три устройства должны иметь как можно большее число унифицированных элементов.

Для этого на начальном этапе был определен **состав** унифицированных пневмоэлементов.

Ресивер служит для создания запаса сжатого воздуха, а также для сглаживания пульсаций давления в пневмосистеме. Эти пульсации обусловлены принципом работы объёмных компрессоров (например, поршневых), подающих воздух в систему порциями.

Компрессор осуществляет сжатие воздуха.

Редукционный клапан обеспечивает подачу к пневмодвигателям или пневмоцилиндрам сжатого воздуха при постоянном давлении.

Пневмоцилиндр – устройство в котором энергия сжатого воздуха преобразуется в механическую энергию.

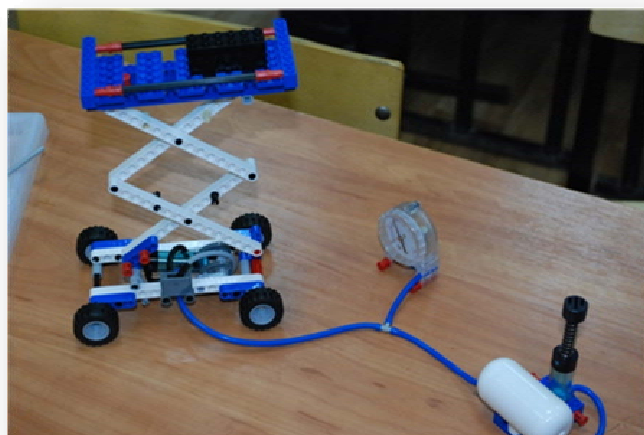
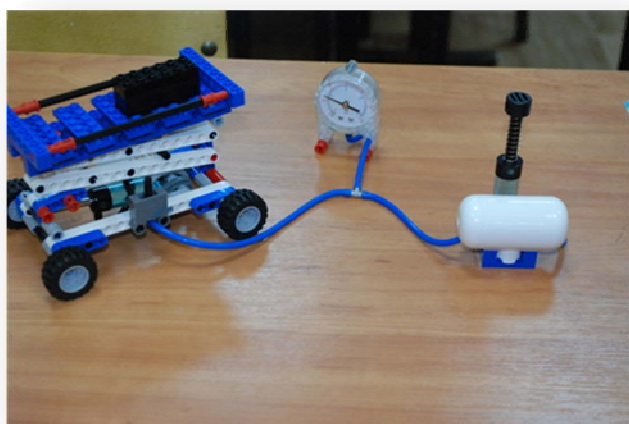


Рисунок 8. Модель пневматического подъемника

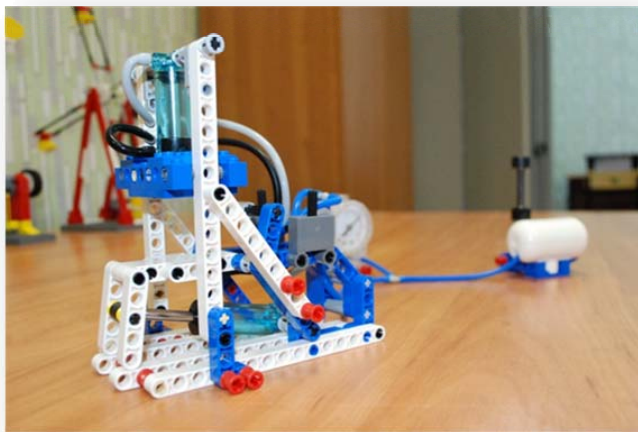


Рисунок 9. Модель комбинированного пресса

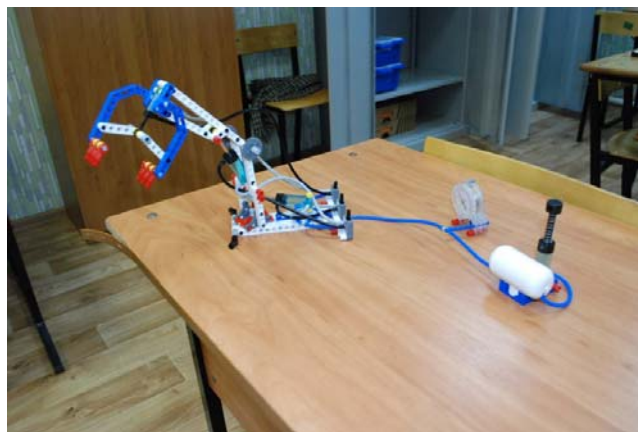


Рисунок 10. Модель пневматической руки

2.4. Определение конструкции ресивер + насос

Так как разрабатываемое семейство пневматических механизмов рассчитывается на непериодическое, разовое использование, то в работе предполагается создание недорогой системы для создания и поддержания необходимого рабочего давления в системе. Поэтому предлагается ручной или полуавтоматический механизм, состоящий из ресивера и ручного насоса. При необходимости ручной насос может быть заменен на ручной с простым электроприводом. Модель ручной системы представлена на рисунке 11.

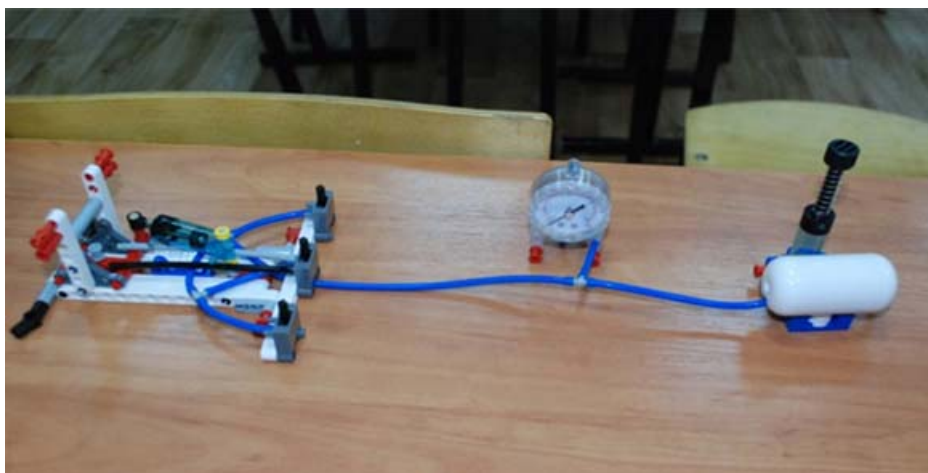


Рисунок 11. Модель конструкции ресивер + насос с контролем давления

2.5. Определение конструкции платформы главного привода

Рассматривая область применения пневматических механизмов, можно выделить главную характеристику базовой платформы. Она должна позволять использовать главный привод как в помещениях, так и на территории участка, то есть в простейшем случае платформа представляет собой жесткую раму, на которой закреплен главный пневматический цилиндр. Один конец цилиндра закрепляется на оси, установленной на раме, а второй конец крепится к подвижной опоре. Модель такого устройства показана на рисунке 12.

Для использования такого привода на участке, где предполагается частое перемещение механизма, возможна дополнительная комплектация колесной тележкой. В этом случае необходимо предусмотреть не жесткое крепление оси цилиндра, а на основе системы эксцентриков. Модель такого устройства показана на рисунке 13.

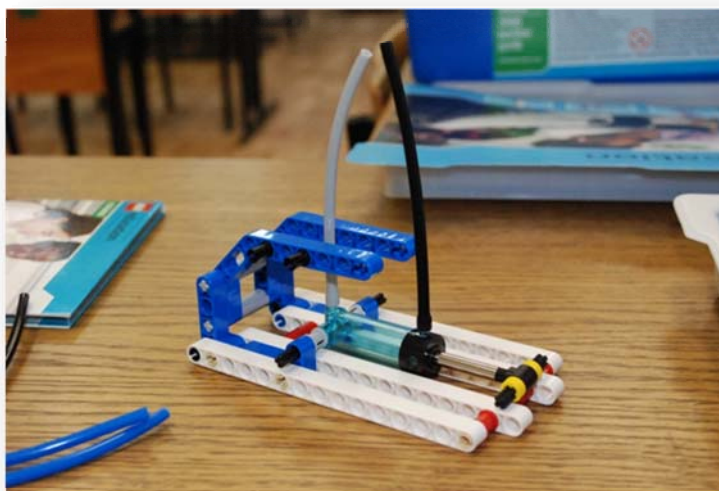


Рисунок 12. Модель главного привода с неподвижной платформой

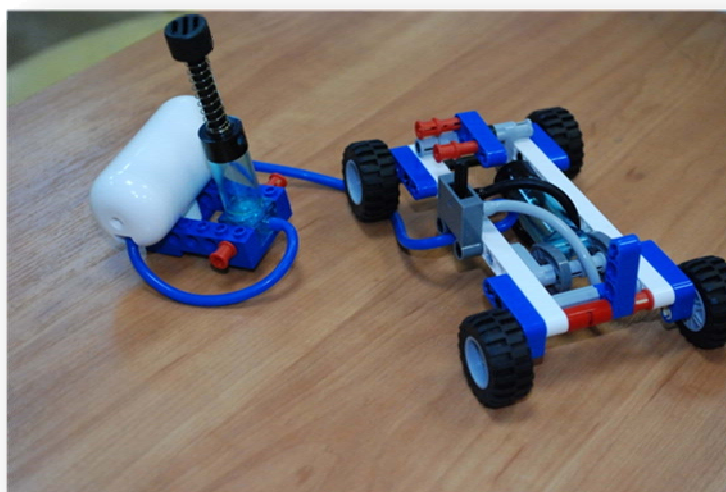


Рисунок 13. Модель главного привода на колесной тележке

2.6. Определение конструкции механизма захвата

В зависимости от первоначального расположения захватываемого груза, в работе предлагается два вида механизмов. Механизм бокового захвата и верхнего захвата. Оба механизма унифицированы по способу крепления к главному приводу. Хотя и имеют свои конструктивные особенности. В частности, для механизма бокового захвата, при установке на вращающуюся платформу, требуется дополнительная балка поперечной устойчивости. На рисунках 14, 15 показаны модели обоих механизмов.

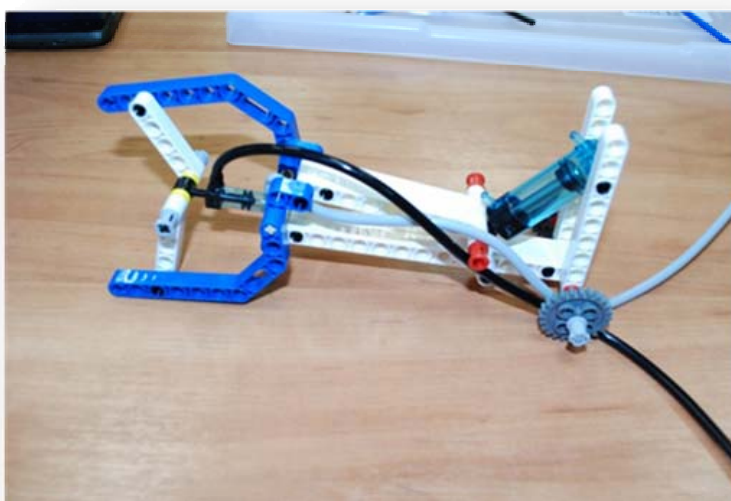


Рисунок 14. Конструкция модели механизма верхнего захвата

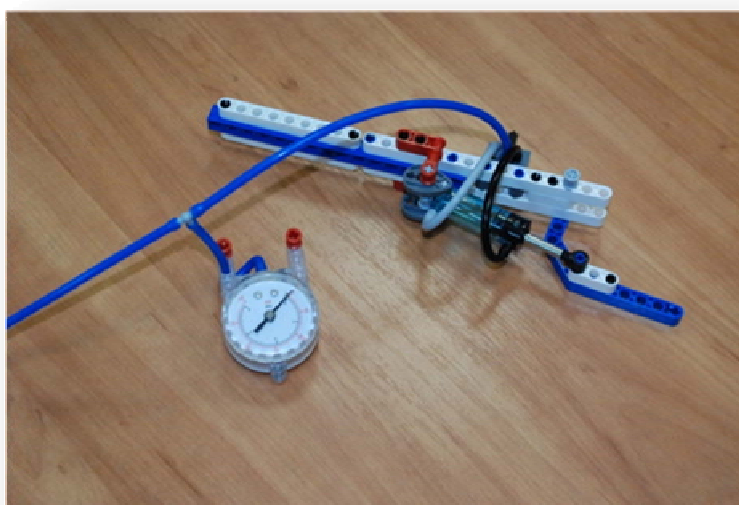


Рисунок 15. Конструкция модели механизма бокового захвата

2.7. Определение конструкции поворотного механизма

Согласно поставленной задаче, механизированная рука должна иметь возможность поворота под углом 45° . При этом, механизм так же должен быть унифицирован по способу крепления с платформой главного привода, т.к. в случае механической руки, он выполняет аналогичную функцию. При этом, должна регулироваться скорость поворота с помощью специальных регулирующих устройств. Модель такого механизма представлена на рисунке 16.

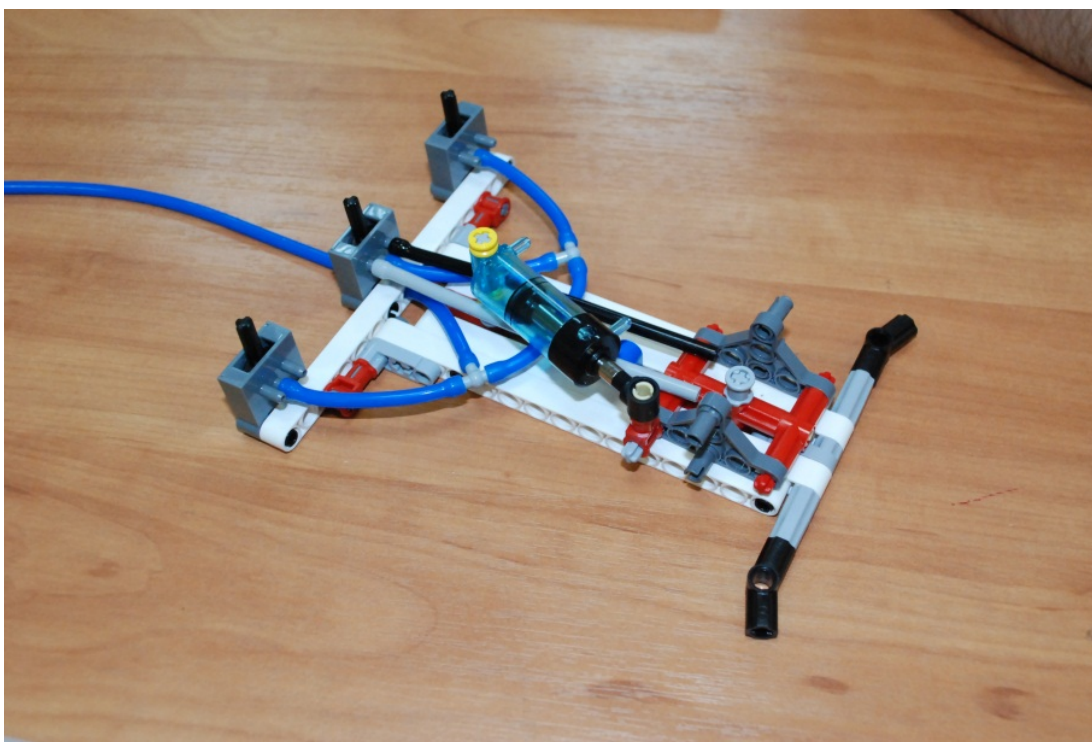


Рисунок 16. Модель поворотного привода с возможностью крепления к колесной тележке

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность проблемы загруженности дорог не вызывает сомнений. Статистика продаж новых автомобилей и статистика аварий подтверждает тот факт, что уже сейчас необходимо готовить проекты интеллектуальных дорог.

Под понятием «интеллектуальные дороги» понимается комплекс технических средств, которые в автоматическом или полуавтоматическом режиме могут решать задачи разгрузки дорожного полотна и управлять движением, обеспечивая максимальную безопасность.

В работе рассмотрены примеры решения проблем организации транспортного потока, а также предложены собственные решения:

- 1) мобильная платформа-пандус позволит организовывать временный объезд участка, где возник затор;
- 2) автоматическая система контроля средней скорости потока и скорости индивидуальных транспортных средств с элементами ограничения.

Все представленные модели имеют унифицированные элементы и средства крепления. Все конструкционные части выполнены с помощью:

1. ресивер + пневмонасоснасос – 1 шт.;
2. пневмоцилиндр главного привода – 1 шт.;
3. исполнительные пневмоцилиндры – 2 шт.;
4. редукционный клапан – 3 шт.;
5. набор магистральных шлангов – 1 комплект.

Единый, четко регламентированный состав механизмов дает возможность утверждать, что цель, поставленная на этом этапе проекта достигнута.

Дальнейшее развитие проекта связано с разработкой 3D-моделей индивидуальных комплектующих и их производство с помощью 3D-принтера.

Последним этапом станет прочностной расчет конструкций и определение производительности пневмопривода в зависимости то нагрузки.

В перспективе планируется создание макета дороги длиной не менее 10 метров и оснащение ее действующими моделями предлагаемых конструкций.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Эволюция асфальта / Алексей Михалев //
<http://lenta.ru/articles/2012/11/01/glowingroads/>
2. «Умные» дороги / Автожурнал «Автоновости России» //
<http://autonewsruussia.ru/encziklopediya/2650-lumnyer-dorogi.html>
3. Умные дороги: Изменчивое пространство //
<http://www.popmech.ru/vehicles/12250-umnye-dorogi-izmenchivoe-prostranstvo/>
4. Индустрия развлечений. ПервоРобот. Книга для учителя и сборник проектов. LEGO Group, перевод ИНТ, - 87 с., илл.
5. Программное обеспечение ROBO LAB 2.9.
6. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. – СПб.:Наука, 2010, 195 стр.

