

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Лицей № 174»

Исследовательский проект

Секция VII Специальное машиностроение

СМ-10 Колесная техника

РАЗРАБОТКА СБОРОЧНОЙ МО- ДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИ- ПОВ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

Автор:

Елагин Алексей Иванович,

МБОУ «Лицей №174»,

11Б класс

Контактный телефон: 89504007150

e-mail: ae@ae.su

Научный руководитель:

Снегирева Вилена Сафовна,

учитель информатики, МБОУ «Лицей №174

контактный телефон: 89232876620

e-mail: v-snegireva@yandex.ru

Зеленогорск

2019

Транспортная и строительная техника

Разработка сборочной модели автомобиля КамАЗ для изучения основных принципов автомобилестроения

Елагин Алексей Иванович

Красноярский край, г. Зеленогорск

МБОУ «Лицей №174», 11 класс

Руководитель: Снегирева Вилена Сафовна, МБОУ Лицей №174», учитель информатики

Телефон: +7-950-400-71-50. ae@ae.su

Актуальность: еще в далеком 1768 году был изобретен и создан первый в мире автомобиль, способный перевезти человека. В 1806 году появились первые автомобили, приводимые в движение с помощью двигателя внутреннего сгорания, в начале XX века стали появляться первые электромобили. Так начиналась история автомобилестроения во всем мире. На сегодняшний день существует огромное количество заводов, на которых разрабатываются новые автомобили. Но далеко не каждый знает, как устроен автомобиль, и нет доступных моделей, на которых можно бы было показать строение автомобиля.

Цель работы: создать сборочную учебную уменьшенную модель автомобиля КАМАЗ для изучения основных принципов машиностроения и вспомогательных систем движения.

Главное отличие моей разработки от существующих возможных аналогов – модель почти полностью повторяет строение реального автомобиля. Все конструктивные элементы выполнены из разных видов пластика. Модель выполнена на двух неразрезных мостах, внутри каждого расположен межколесный дифференциал с функцией принудительной блокировки. Также в конструкции использованы понижающие редукторы, увеличивающие дорожный просвет автомобиля. Основа модели – металлическая рама, усиленная вставками из пластика и металлического конструктора. Также автомобиль оснащен регулируемой пневматической подвеской с большим ходом. Модель КамАЗа полноприводная, без возможности переключения на монопривод. Всю конструкцию приводит в движение электродвигатель, мощность которого составляет порядка 50 Ватт. Электроприводом управляет микроконтроллер на базе Arduino, с возможностью дистанционного управления.

Этапы работы: подобрать компоненты для создания практической модели, создать эскизы деталей модели, по эскизам разработать детали в программе КОМПАС 3D, напечатать детали на 3D принтере, собрать и отладить модель, установить электронные компоненты автомобиля, создать чертежи деталей автомобиля.

Модель печаталась на принтере Picaso Designer Pro250.

На протяжении девяти месяцев я занимался разработкой сборочной уменьшенной модели автомобиля КамАЗ, полностью изучил строение автомобиля, познакомился с программой трехмерного моделирования КОМПАС 3D, познакомился с микроконтроллером на базе Arduino, познакомился с технологиями 3Dпечати.

Практическая значимость моего проекта заключается в следующем: моделью КамАЗа заинтересовались не только учителя физики и информатики «Лицея 174», но и преподаватели СФУ факультета машиностроения. Модель стоит в технопарке «Лицея 174», где ее используют на факультативах по робототехнике и прототипированию.

Стоимость модели на данном этапе составляет порядка 9000 рублей. Это в несколько раз дешевле аналогичных моделей на радиоуправлении без микроконтроллера.

Помимо образования, мою модель автомобиля можно использовать как опытный образец. Разрабатывать новые механизмы в области машиностроения, обкатывать на моей модели, а в дальнейшем устанавливать уже на реальные автомобили.

Оглавление

Введение	4
2.1 Строение ходовой части автомобиля	6
2.2. Строение подвески автомобиля	7
2.3. Программный продукт «Компас – 3D» для моделирования	15
3. Проектно – исследовательская часть	17
3.1. Поиск и подборка компонентов.....	17
3.2 Проектирование конструктивных элементов с помощью САД системы «Компас 3D»	17
3.3. Обкатка компонентов модели и последующая модернизация модели.	19
3.4. План мероприятий	21
3.4. Ожидаемый результат.....	24
3.5. Бюджет	24
3.6. Риски проекта	27
3.7. Устойчивость	28
3.8. Распространение результатов	29
3.9. Портфолио проекта	30
3.9.1. Технические документы	30
3.10 Сравнение с аналогичными моделями автомобилей.....	31
Заключение.....	32
Литература	33
Приложения	34

Введение

Актуальность

Научный прогресс никогда не стоит на месте. Еще в далеком 1768 году был изобретен и создан первый в мире автомобиль, способный перевезти человека. В 1806 году появились первые автомобили, приводимые в движение с помощью двигателя внутреннего сгорания, в начале XX века стали появляться первые электромобили. Так начиналась история автомобилестроения во всем мире.

На сегодняшний день автомобиль – обыденность. В мире существуют огромное количество автозаводов, где проектируются и создаются машины для всех сфер деятельности человека. Но далеко не каждый знает устройство автомобиля, и, тем более, принцип работы некоторых электронных систем помощи управления, которые используются в современных транспортных средствах.

Проблема: отсутствие учебных сборочных моделей автомобилей, с помощью которых можно показать все принципы машиностроения и действие вспомогательных систем движения.

Гипотеза: Моих знаний в 3D моделировании, машиностроении, радиоэлектронике, робототехнике и возможностей технопарка школы будет достаточно для создания дешевой уменьшенной модели автомобиля КамАЗ, в котором будут установлены определенные механизмы и системы управления движением.

Объект: модель сборочной уменьшенной модели автомобиля КамАЗ.

Предмет: конструктивные элементы автомобилей.

Цель: создать сборочную учебную уменьшенную модель автомобиля КамАЗ для изучения основных принципов машиностроения и вспомогательных систем движения.

Задачи:

1. Изучить необходимый материал.
2. Разработать виртуальную модель.
3. Подобрать нужные детали и элементы для создания практической модели.
4. Разработать и изготовить отдельные детали для создания практической модели.
5. Собрать и отладить модель.

6. Посчитать полную стоимость модели.
7. Сравнить свою модель с аналогичными разработками известных производителей.
8. Разработать техническую документацию.

Продукт: сборочная уменьшенная модель автомобиля КамАЗ.

Методы исследования: теоретический (поиск литературы, анализ и синтез специальной литературы, обобщение) и эмпирический (наблюдение, измерение, моделирование, тестирование, эксперимент).

Практическая значимость заключается в следующем: мой проект может быть интересен тем ребятам, кто занимается прототипированием и моделированием, радиоэлектроникой, а также трехмерной графикой и печатью на 3D-принтере. Изобретение собственной трехмерной модели, ее печать на принтере, сборка, вот, что может заинтересовать любого школьника. В нашей стране в каждой школе есть компьютеры, на которых можно создавать свои модели в программе «Компас-3D». Но отсутствие 3D-принтеров, может быть препятствием в реализации моего проекта. Кроме того, мой проект будет интересен тем, кто хочет связать свою жизнь с машиностроением и разрабатывать новые механизмы, которые в дальнейшем будут применять в изготовлении уже реальных автомобилей. Изготовленную модель также можно использовать в качестве обучающе-развлекательного пособия, а после хорошей отладки и доводке некоторых компонентов, в качестве спортивной модели.

2. Теоретическая часть

2.1 *Строение ходовой части автомобиля*

Мост — агрегат колёсной или гусеничной машины, соединяющий между собой колёса одной оси. У колёсной машины мосты служат опорой для её остова. Посредством подвески мост крепится к раме машины или к её несущему кузову.

В состав моста входят такие компоненты, как межколесный дифференциал, механический редуктор.

Межколесный дифференциал — механизм в составе трансмиссий транспортных и (реже) технологических машин по передаче мощности посредством вращения с одновременным делением единого потока мощности на два дифференциально связанных или суммированием двух независимых потоков мощности в один. Особенность дифференциала и смысл его термина в том, что деление/суммирование потоков мощности этот механизм производит именно дифференциально: каждый из двух исходящих/входящих потоков может в любое время получать/давать от 0 до 100% мощности относительно единого на входе/выходе (с поправкой на КПД дифференциала), а соотношение этих мощностей между собой может быть любое в пределах этих 100%.

Схема строения дифференциала – приложение 1.

Дифференциал с принудительной блокировкой

По команде из кабины шестерни дифференциала блокируются, и колёса вращаются синхронно. Таким образом, дифференциал стоит блокировать перед преодолением сложных участков пути (вязкий грунт, препятствия), и затем разблокировать после выезда на обычную дорогу. Применяется в вездеходах и внедорожниках.

При езде на таких автомобилях чаще всего не рекомендуется блокировать дифференциал, когда автомобиль движется, желательно включать блокировку на стоянке. Также нужно знать, что крутящий момент, создаваемый мотором, настолько велик, что может сломать механизм блокировки или полуось. Обычно производители автомобиля отдельно указывают рекомендованную максимальную скорость движения при заблокированном дифференциале, в случае её превышения возможны поломки

трансмиссии. Включенная блокировка, особенно в переднем мосту, отрицательно влияет на управляемость.

Схема строения дифференциала с принудительной блокировкой, приложение 2.

Механический редуктор — механизм, передающий и преобразующий крутящий момент, с одной или более механическими передачами. Основные характеристики редуктора — КПД, передаточное отношение, передаваемая мощность, максимальные угловые скорости валов, количество ведущих и ведомых валов, тип и количество передач и ступеней.

Обычно редуктором называют устройство, преобразующее высокую угловую скорость вращения входного вала в более низкую на выходном валу, повышая при этом вращающий момент, такой редуктор обычно называют демультипликатором, а редуктор, который преобразует низкую угловую скорость в более высокую обычно называют мультипликатором.

Редуктор со ступенчатым изменением передаточного отношения называется коробкой передач, с бесступенчатым — вариатор.

Схема строения простейшего редуктора – приложение 3.

2.2. Строение подвески автомобиля

Основные элементы подвески автомобиля:

Упругие элементы, которые воспринимают и передают нормальные (направленные по вертикали) силы реакции дороги, возникающие при наезде колеса на её неровности. Приложение 4.

Направляющие элементы, которые задают характер перемещения колёс и их связи между собой и с несущей системой, а также передают продольные и боковые силы и их моменты.

Амортизаторы, которые служат для гашения колебаний несущей системы, возникающих вследствие действия дороги.

Упругие элементы подвески:

Пружины

Пружины, как упругий элемент подвески, на сегодняшний день используются в подавляющем большинстве легковых автомобилей. Выполненные из металлического прутка круглого сечения, они имеют постоянную характеристику жесткости и прекрасно справляются с возложенной на них задачей. Витки равномерно сближаются по мере того, как возрастает нагрузка, и возвращаются в исходное положение при ее снятии.

Если есть необходимость в переменной жесткости, тогда пружины выполняются из прутка различного диаметра (на определенных участках), или в форме бочонка (некоторые витки уже). В этом случае, когда пружина будет получать нагрузку, первыми будут сближаться витки меньшего диаметра (толщины).

Плюсом пружины, как упругого элемента, является простота изготовления, а значит конечная стоимость продукта, и ее малый вес. Но поскольку ей не под силу передавать усилия в поперечной плоскости, она требует от подвески автомобиля наличия сложных направляющих устройств. Что в свою очередь сказывается как на цене, так и на весе всего узла.

Рессоры

Ещё одним упругим элементом подвески автомобиля являются листовые рессоры. По причине большого веса, в сравнении с теми же пружинами, рессоры в основном используются в подвеске грузовых автомобилей. Рессора состоит из металлических листов (в очень редких случаях из армированной пластмассы), различной длины и формы, соединенных между собой болтом по центру, и хомутами ближе к краям. Будучи равными по ширине, каждая пластина, в зависимости от длины, имеет различную степень выгнутой. Это обеспечивает рессоре необходимые характеристики. Самая длинная (коренная) пластина крепится к кузову или раме автомобиля.

Существует несколько основных способов крепления рессоры к кузову:

- с помощью витых ушек;
- скользящая опора и накладные ушки;

- резиновые подушки.

Каждый из способов крепления имеет свои особенности и характеристики. Общее требование к любому из перечисленных методов крепления — концы пластин должны иметь возможность перемещаться и поворачиваться. В процессе работы рессорной подвески, происходит трение листов друг о друга. Это требует применения дополнительной смазки, или наличия антифрикционных прокладок.

Торсионы

В конструкциях современных независимых подвесок наряду с пружиной или пневмобаллоном в качестве основного упругого элемента может также применяться и торсион (*torsion* — кручение, в переводе с французского). Торсионная подвеска обеспечивает автомобилю ряд преимуществ, главными из которых являются высокая плавность хода и компактность подвески. Однако ее существенные недостатки в виде худшей управляемости и валкости автомобиля не позволяют применять торсионы в основной массе современных легковых автомобилей.

Устройство торсиона представляет собой металлический вал или стержень, работающий на скручивание в одном направлении. В поперечном сечении торсион может быть круглым или квадратным, реже пластинчатым, - состоящим из нескольких слоев, совместно работающих на кручение.

Один из концов торсиона жестко прикреплен к несущему рычагу подвески посредством шлицевого соединения, второй аналогичным образом фиксируется на кузове или раме автомобиля. Ось вращения рычага и ось закручивания торсиона находятся на одной линии. Обладая рассчитанным сопротивлением к скручиванию под нагрузкой, торсион удерживает вес автомобиля и обеспечивает эффективное упругое соединение подвески и кузова при перемещениях рычага. Принцип работы торсиона используется также в стабилизаторе поперечной устойчивости при противоположных ходах подвески одной оси.

Пневмобаллоны

Пневматические элементы (пневмобаллоны), изменяют свою жесткость за счет давления воздуха, создаваемого внутри компрессором. Баллоны выполнены из маслостойкой и воздухонепроницаемой резины, содержат корд и металлические нити, что придает им большую жесткость и надежность. Отсюда и название —

резинокордные упругие элементы. Толщина стенок такого баллона обычно составляет от 3 до 5 мм. Приложение 5.

В своей модели я использовал только пневмоэлементы, которые сделал из обычных медицинских шприцов.

Виды подвески автомобиля:

Двухрычажная подвеска.

Двухрычажная подвеска с коротким верхним и длинным нижним рычагами обеспечивает минимальные поперечные перемещения колеса (вредные для боковой устойчивости автомобиля и вызывающие быстрый износ шин), а также незначительные угловые перемещения при ходе вверх и вниз. Конфигурация поперечного рычага позволяет каждому колесу независимо воспринимать неровности и оставаться более вертикальным на поверхности дороги. А это означает лучшее сцепление с дорогой. (Приложение 6).

Подвеска McPherson.

Подвеска МакФерсона, названная по имени инженера Эрла Макферсона, разработавшего её в 1960 году, представляет собой подвеску колеса, состоящую из одного рычага, стабилизатора поперечной устойчивости и блока из пружинного элемента и амортизатора телескопического типа, называемого качающейся свечой, в связи с тем, что он закреплен в верхней части к кузову при помощи упругого шарнира и может качаться при движении колеса вверх-вниз.

Кинематически схема менее совершенна, чем подвеска на двух поперечных или продольных рычагах: что при большом ходе подвески развал (угол наклона колеса к вертикальной плоскости) будет меняться, и тем больше, чем больше ход подвески. Но в связи с технологичностью и дешевизной данный тип подвески получил очень большое распространение в современном автомобилестроении. (Приложение 7).

Многорычажная подвеска.

Многорычажная подвеска несколько напоминает двухрычажную подвеску и имеет все ее положительные качества.

Эти подвески более сложны и более дороги, но обеспечивают большую плавность хода и лучшую управляемость автомобиля. Большое количество элементов — сайлент-блоков и шаровых шарниров хорошо гасят удары при резком наезде на препятствия. Все элементы крепятся на подрамнике через мощные сайлент-блоки, что позволяет увеличить шумоизоляцию автомобиля от колес.

Применение многорычажной независимой подвески, которая главным образом используется на автомобилях представительского класса, придает подвеске стабильный контакт колес с любым покрытием на дороге и четкий контроль автомобиля при изменениях направления движения.

Главные преимущества многорычажной подвески:

Независимость колес друг от друга, низкая неподрессоренная масса, независимая продольная и поперечная регулировки, хорошая недостаточная поворачиваемость, хороший вариант для использования в схеме 4x4. Главный недостаток современной схемы — сложность и, соответственно, цена. До недавнего времени ее применяли только на дорогих автомобилях. Теперь же она «удерживает» задние колеса даже некоторых машин гольф-класса.

Установка пневмоэлементов: на всех вышеописанных подвесках пневмоэлемент устанавливается по схожей схеме. Он одевается на шток амортизатора через сальники, обеспечивающие герметичность системы. Место крепления пневмоэлемента к корпусу стойки также надежно герметизируется. (Приложение 8).

Задняя зависимая подвеска.

Типичным представителем такой конструкции может служить задняя подвеска с цилиндрическими винтовыми пружинами в качестве упругих элементов. Как пример можно привести конструкцию задних подвесок классических "Жигулей". В этом случае балка заднего моста "подвешивается" на двух винтовых пружинах и дополнительно крепится к кузову при помощи четырех продольных рычагов. Кроме

этого, для улучшения управляемости, уменьшения крена кузова в поворотах и улучшения плавности хода устанавливается поперечная реактивная штанга.

Основным недостатком этого типа подвески является значительная масса балки заднего моста. Этот показатель особенно возрастает, когда мост выполняется ведущим: приходится "нагружать" балку весом картера главной передачи, редуктора и т.п. А приводит все это к возрастанию так называемых неподрессоренных масс, из-за чего значительно ухудшается плавность хода и появляются вибрации. (Приложение 9)

Подвеска типа Де Дион.

Стремясь как можно больше "облегчить" задний мост, инженеры многих автомобильных компаний начали применять подвеску типа "Де Дион", названную по имени своего изобретателя, француза Альберта Де Диона. Главное ее отличие — картер главной передачи теперь отделен от балки моста и прикреплен непосредственно к кузову. Теперь крутящий момент передается от двигателя автомобиля к ведущим колесам через полуоси, качающиеся на шарнирах равных угловых скоростей. Этот тип подвески может быть как зависимым, так и независимым. Нечто похожее применяется на внедорожных автомобилях, в конструкции передней подвески независимого типа.

Но несмотря на совершенствование конструкции, все зависимые подвески обладают одним и весьма существенным минусом: проявляется несбалансированное поведение автомобиля при старте и торможении. Машина начинает "приседать" при интенсивном разгоне и "клевать носом" во время торможения. Для устранения этого эффекта стали применять дополнительные направляющие элементы. (Приложение 10).

Полунезависимая задняя подвеска.

Конструктивно она выполняется в виде двух продольных рычагов, которые соединены посередине поперечиной. Этот тип подвески применяется только сзади, но практически на всех переднеприводных автомобилях. Среди плюсов этой конструкции можно выделить легкость монтажа, компактность и небольшой вес, как следствие — уменьшение "неподрессоренных масс", и самое ее весомое достоинство

— наиболее оптимальная кинематика колеса. Недостаток можно выделить всего один: такую подвеску можно применять только на неведущем заднем мосту.

Установка пневмоэлементов: в случае если пружина и амортизатор конструктивно установлены отдельно друг от друга, пружина просто заменяется на пневмоэлемент с проставками необходимой толщины. Проставками подбирается минимальный и максимальный дорожный просвет автомобиля. Если пружины с амортизаторами собраны в единый узел, наподобие передней стойки, то пневмоэлемент устанавливается так же, как и на передней подвеске — одевается на шток амортизатора. (Приложение 11).

Подвеска внедорожников и пикапов.

Рассмотрим варианты подвесок на данный тип автомобилей подробнее. Здесь присутствуют несколько видов подвесок:

- автомобили с зависимой передней и задней подвесками,
- автомобили с независимой передней и зависимой задней подвеской,
- автомобили с полностью независимой подвеской.

Разбирать устройство начнем с задней подвески. Наиболее распространенной задней подвеской внедорожников является рессорная или пружинная подвеска с жестким неразрезным мостом.

Рессорная подвеска. (Приложение 12).

Пружинная на четырех продольных рычагах (Four-link или Four-bar). (Приложение 13)

Рессорная подвеска имеет простую конструкцию, высокую надежность, выдерживает очень большие нагрузки и поэтому чаще всего применяется на тяжелых джипах и пикапах. Но в погоне за ценой и надежностью автопроизводители используют рессорные подвески и на более легких недорогих внедорожниках. Пружинные подвески немного сложнее рессорных, но при этом компактны и обычно довольно мягкие и длинноходные и устанавливаются на более легких и комфортных внедорожниках. В остальных же случаях на паркетниках и спортивных городских внедорожниках применяются различные варианты независимых рычажных задних подвесок.

Передние подвески внедорожников так же бывают с жестким неразрезным мостом, но сегодня подобные конструкции встречаются редко. Стремясь улучшить управляемость и устойчивость автомобилей на шоссе автопроизводители все чаще применяют независимые пружинные или торсионные подвески.

Торсионная. (Приложение 14).

Пружинная. (Приложение 15).

В зависимости от конструкции подвески возможны следующие варианты установки пневмобаллонов:

1. Установка вспомогательных подушек на рессоры. (Приложение 16).

В этом случае в штатных рессорах уменьшается количество листов, что компенсируется установкой небольшой пневмоподушки. Уменьшение количества листов снижает жесткость рессоры, что позволяет сделать подвеску более комфортной при ежедневном передвижении на незагруженном автомобиле и в то же время давлением в подушке можно в широких пределах изменять дорожный просвет и компенсировать отсутствующие листы при полной загрузке автомобиля. В итоге такая установка позволяет расширить возможности автомобиля, улучшить управляемость и плавность хода, поднять грузоподъемность и проходимость, облегчить буксировку тяжелого прицепа.

2. Замена пружин на пневмобаллоны.

На автомобилях с пружинной (как зависимой, так и независимой) передней и задней подвеской пружина полностью заменяется пневмобаллоном. Улучшение характеристик подвески этом случае такое же, как и на рессорной подвеске, но преимущества пневмоподвески проявляются более полно, чем при установке вспомогательной подушки.

В своей модели я использовал конструкцию с пневмоэлементами без амортизаторов, на неразрезных мостах. Мосты в свою очередь крепятся к раме с помощью продольных рычагов. Рычаги присоединяются к мостам с помощью шарнирного соединения. Такая схема позволяет получить регулируемую, прочную и простую в строении подвеску, что в дальнейшем хорошо сказалось на ремонтпригодности и модернизации всей модели в целом.

2.3. Программный продукт «Компас – 3D» для моделирования

Каждому из нас рано или поздно приходится графически представлять информацию. Особенно важна эта процедура для тех, кто непосредственно занимается практической и научной деятельностью в области технических наук. Вот и нам предстояло освоить и узнать, как работать в трехмерной графике.

Компас – это название продукта семейства САПР, которые служат для построения и оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями.

Программа «Компас» является продуктом компании «Аскон».

Данная программа очень уверенно «чувствует себя» на рынке САПР, это объясняется рядом причин:

- ✓ интерфейс полностью русифицирован;
- ✓ построение всех чертежей и оформление документации ведется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к конструкторской документации;
- ✓ интерфейс интуитивен и прост для начинающего пользователя.

К основным возможностям Компас 3D можно отнести: создание графической документации такой же, как и у «Компас – График», построение 3D моделей, обширная библиотека 2D и 3D, возможность производить расчеты передач, валов, расчеты на прочность и масса других возможностей.

Характерными особенностями данной программы являются:

1. Возможность быстрого вызова недавно завершенных команд;
2. Сохранение задания на печать;
3. Всплывающие информационные сообщения;
4. Фиксация моделей;
5. Удобство работы с большими сборками;
6. Отмена и повтор команд;
7. Наличие управляющих размеров;
8. Пересчет 3D моделей с учетом допуска;

9. Возможность сохранения документации не только в форме чертежей, но и в форме стандартных графических форматов типа bmp., jpeg., tiff и других форматах.

10. Есть функция сохранения чертежей и моделей в формате pdf.

3. Проектно – исследовательская часть

3.1. Поиск и подборка компонентов

В качестве платформы было решено выбрать модель автомобиля КамАЗ по ряду объективных причин:

1. Большая платформа, огромное количество места для расположения всех конструктивных элементов, а также возможных усовершенствований и приспособлений.
2. Наличие металлической игрушечной модели автомобиля КамАЗ 4310.
3. Команда «КАМАЗ мастер», довольно продолжительное время успешно выступающая на ралли – рейдах.

3.2 Проектирование конструктивных элементов с помощью CAD системы «Компас 3D»

Разработка модели началась с ходовой части. Модель автомобиля планировалось сделать полноприводной, на двух жестких неразрезных мостах с пневматической подвеской. Каждый мост оснащался дифференциалом с принудительной блокировкой. Установка такого конструктивного элемента объясняется дальнейшим усовершенствованием модели и установкой электропривода, а также радиоуправления и программируемого микроконтроллера, с помощью которого можно было бы задать специальные алгоритмы автономного движения автомобиля. Для того, чтобы не возникло проблем с печатью элементов, размеры некоторых частей было решено увеличить, из-за этого решения, уменьшился дорожный просвет автомобиля, что негативно бы сказалось на его внедорожных качествах, поэтому в конструкции были использованы специальные редукторы, увеличивающие дорожный просвет автомобиля.

Построение межколесного дифференциала с принудительной блокировкой.

С помощью механической конфигурации «КОМПАС 3D» были разработаны элементы дифференциала. Все детали механизма распечатаны пластиком ABS, так как этот пластик обладает высокой прочностью и упругостью, а такие качества необходимы для важных конструктивных элементов, на которые действуют постоянные нагрузки при работе. Блокировка дифференциала в активном режиме соединяет водило дифференциала с одной из полуосей.

Построение элементов корпуса моста.

После разработки центрального элемента неразрезного моста – дифференциала, я приступил к разработке корпуса моста. Такие элементы не нуждаются в большом запасе прочности, поэтому такие детали были распечатаны пластиком PLA – экологически чистым материалом, который имеет одно не очень приятное свойство – пластик плохо поддается последующей обработке. Но в данном случае это свойство лишь увеличивает прочность конструкции. Трущиеся элементы из PLA пластика очень медленно изнашиваются и, соответственно, обладают большим ресурсом, но не выдерживают резкие удары, а также не выдерживают нагрузку на скручивание. Это объясняется плохой упругостью данного материала.

Подшипники в конструкции моста применены для уменьшения силы трения, и, как следствие, меньшего износа элементов. Снимок экрана 3D сборки заднего моста модели. (Приложение 17).

Разработка редуктора.

Внешний диаметр корпуса моста в самой большей части был на несколько миллиметров меньше внешнего диаметра колеса. Дорожный просвет как раз составлял разницу радиусов колеса и корпуса моста. Такой низкий дорожный просвет очень негативно бы сказался на внедорожных качествах автомобиля. Для увеличения клиренса в конструкцию были включены повышающие редукторы, которые к тому же повышали скорость вращения колес автомобиля.

Реставрация и усиление рамы.

Основу автомобиля всегда составляет прочная несущая конструкция. При разборке игрушечной модели, мне пришлось убрать некоторые компоненты, которые пришли в негодность из-за неприемлемых условий хранения модели. После полной реставрации элементов старой несущей конструкции, я занялся сборкой и усилением рамы модели. В качестве элементов усиления выступил металлический конструктор, который превосходно справился со своей задачей. В результате работы я собрал усиленную несущую конструкцию, на которой без каких-либо трудностей можно было разместить все ходовые элементы модели автомобиля.

Установка подвески.

В процессе разработки модели было решено установить зависимую пневмоподвеску с двухрычажной схемой крепления несущих элементов. В качестве пневмобаллонов были использованы обыкновенные шприцы 20 мл, пневмосистема состоит из набора Lego 9641. Рычаги устанавливаются на раму через резиновые прокладки, своего рода сайлент-блоки. К мостам рычаги крепятся с помощью шарнирного соединения. Таким образом получается настраиваемая пневмоподвеска, способная выдерживать довольно большую нагрузку.

3.3. Обкатка компонентов модели и последующая модернизация модели.

После испытаний модели был выявлен ряд недостатков:

1. Шары, из которых состояли подшипники главной пары, были не идеальной формы. Из-за этого работа дифференциалов и мостов в целом была нестабильной.
2. Шприцы 20 мл обладали огромной внутренней силой трения, поэтому подвеска не срабатывала должным образом. Масса модели не соответствовала пневмоэлементам.
3. Шарнирное соединение моста с продольным рычагом разрушалось из-за недостаточной упругости материала, из которого было изготовлено соединение.

Для установки электропривода на автомобиль необходимо было исправить все вышеперечисленные неисправности.

В мостах были использованы подшипники от велосипеда, как на ведомой, так и на ведущей шестернях главной пары. Таким образом полностью была изменена конструкция корпуса моста. Ширина зубчатого венца главной пары как ведущей, так и ведомой шестерен была увеличена почти в два раза, из-за этого повысились надежность и рабочий ресурс мостов.

Вместо старых шприцов 20 мл, были установлены шприцы 10 мл. Повысилась мягкость подвески. Также множество изменений претерпела рама автомобиля.

После проведенных усовершенствований, я приступил к изготовлению редуктора двигателей, а также установке электронной аппаратуры.

Было решено в качестве управления автомобилем использовать микроконтроллер на базе Arduino. Такой выбор обуславливается низкой себестоимостью компонентов, большими возможностями платформы. Для дистанционного управления моделью используется беспроводная связь - Bluetooth. Модуль связи – HC-06.

В качестве силовой установки, я использовал электродвигатели от насоса омывателя ВАЗ 2109. Суммарная мощность такой установки составила порядка 80-100 Ватт. Элементы питания – литийионные аккумуляторы типа 18650, 12 элементов. Фотографии прототипа до модернизации (приложения 18-20). Фотографии действующей модели после модернизации (приложения 21-24).

3.4. План мероприятий

Составлен план мероприятий по разработке и сборке модели автомобиля.

№	Этап. Мероприятие	Сроки	Ожидаемый Результат	Ответствен- ный
1	Изучение необходи- мого материала в области машино- строения	1.01.18- 20.01.18	Изучен необходимый материал для даль- нейшей разработки проекта	Елагин А.И. Снегирева В.С.
2.1	Определение кон- цепции автомобиля	20.01.18 - 21.01.18	Определена концеп- ция автомобиля, при- вод колес, располо- жение конструктив- ных элементов	Елагин А.И. Снегирева В.С.
2.2	Разработка 3D моде- лей элементов при- вода колес (мосты, главная пара, редук- торы)	21.01.18 -7.02.18	Разработаны нераз- резные мосты, колес- ные диски, прове- дены расчеты на прочность и износо- стойкость конструк- ции, по полученным расчетам произве- дены корректировки в конструкции ходо- вых элементов	Елагин А.И. Снегирева В.С.
2.3	Разработка 3D моде- лей элементов под- вески, несущей кон- струкции	7.02.18- 14.02.18	Разработаны рычаги подвески, крепления рычагов к мостам и несущей конструк- ции, разработана рама автомобиля, произведены расчеты на прочность и мак- симальные нагрузки, произведены коррек- тировки по расчетам	Елагин А.И. Снегирева В.С.

2.4	Разработка 3D моделей элементов силовой установки (двигатель, трансмиссия)	14.02.18 - 20.02.18	Разработаны элементы крепления электродвигателей к раме автомобиля, разработана трансмиссия, раздаточная коробка передач, произведен расчет на максимальный крутящий момент, выдаваемый силовой установкой, расчет на прочность и максимальные нагрузки, произведены корректировки по расчетам	Елагин А.И. Снегирева В.С.
2.5	Разработка 3D сборки элементов автомобиля	20.02.18 -1.03.18	Разработана 3D сборка конструктивных элементов автомобиля, произведены дополнительные расчеты, произведены корректировки по расчетам	Елагин А.И. Снегирева В.С.
3	Подборка необходимых материалов и компонентов для создания практической модели.	1.03.18 - 10.03.18	Подобраны все необходимые элементы для создания практической модели	Елагин А.И. Снегирева В.С.
4.1	Печать на 3D принтере разработанных моделей конструктивных элементов (привод колес)	10.03.18 - 15.03.18	Распечатаны все детали для создания переднего и заднего мостов автомобиля на 3D-принтере	Елагин А.И. Снегирева В.С.
4.2	Печать на 3D принтере элементов подвески (рычаги, места соединения, крепежные элементы)	15.03.18 - 20.03.18	Распечатаны все детали для создания подвески автомобиля	Елагин А.И. Снегирева В.С.
4.3	Печать на 3D принтере элементов силовой установки	20.03.18 - 10.04.18	Распечатаны все детали для сборки силовой установки автомобиля	Елагин А.И. Снегирева В.С.

5.1	Обработка напечатанных элементов	10.04.18 - 13.04.18	Произведена механическая и химическая обработка распечатанных деталей	Елагин А.И. Снегирева В.С.
5.2	Доработка подобранных компонентов и деталей, подготовка к сборке модели	13.04.18 - 18.04.18	Произведена Механическая обработка подобранных элементов	Елагин А.И. Снегирева В.С.
5.3	Сборка модели автомобиля, подгонка деталей и элементов друг под друга	18.04.18 - 10.05.18	Собранная модель без управляющего микроконтроллера и аккумуляторов	Елагин А.И. Снегирева В.С.
5.4	Разработка принципиальной электрической схемы дистанционного и программного управления автомобилем	10.05.18 - 20.05.18	Разработана схема дистанционного и программного управления автомобилем с использованием микроконтроллера Arduino	Елагин А.И. Снегирева В.С.
5.5	Монтаж схемы управления и установка ее в модели автомобиля	20.05.18 - 22.05.18	Собрана готовая модель автомобиля	Елагин А.И. Снегирева В.С.
5.6	Ходовые испытания автомобиля	22.05.18 - 24.05.18	Произведены ходовые испытания автомобиля, выявлены нарушения в работе агрегатов и узлов	Елагин А.И. Снегирева В.С.
5.7	Отладка модели. Устранение неисправностей, изменение конструктивных элементов, в которых были выявлены проблемы в работе.	24.05.18 - 10.07.18	Произведена отладка модели, устранены все неисправности, переделаны ненадежные конструктивные элементы	Елагин А.И. Снегирева В.С.
6.1	Разработаны чертежи готовых конструктивных элементов и изготовленных деталей	10.07.18 - 15.07.18	Разработаны чертежи конструктивных элементов	Елагин А.И. Снегирева В.С.

6.2	Подготовлен текст научной работы, тезисы работы, презентация для представления работы	15.07.18	Оформлена вся техническая документация	Елагин А.И. Снегирева В.С.
7	Презентация проекта образовательным учреждениям	28.09.18	Выступление на городской НПК	Елагин А.И. Снегирева В.С.

3.4. Ожидаемый результат

Название этапа	Результат	Критерии Измерения	
		Качественные	Количественные
1 этап Изучение необходимого материала в области машиностроения	Изучен необходимый материал для дальнейшей разработки проекта	Получен необходимый материал для дальнейшей разработки модели	Проанализировано 8 интернет источников, 1 источник литературы
2 этап Создание 3D моделей конструктивных элементов автомобиля	Созданы 3D модели конструктивных элементов модели автомобиля.	Изучены основы прототипирования. Получен опыт работы в программе для прототипирования «Компас 3D». Получены дополнительные знания в области машиностроения. Созданы условия для реализации третьего этапа.	Разработаны 200 деталей модели автомобиля.
3 этап Подборка необходимых материалов и компонентов для создания практической модели.	Подобраны все необходимые элементы для создания практической модели	Определено место работы с 3D-принтером – МБОУ «Лицей №174», кабинет «Школьный ТЕХНОпарк». Определены размеры и конечный	1 силовая конструкция автомобиля (рама), 1 кабина, 400 крепежных приспособлений (болты, гайки, саморезы)

		вид модели, составлена схема расположения конструктивных элементов.	
4 этап Печать конструктивных элементов автомобиля на 3D принтере, разработка и изготовление дополнительных деталей для силовой конструкции.	Распечатаны конструктивные элементы на 3D-принтере, разработаны дополнительные детали из других материалов	Изучены основы 3D печати. Получены знания о материалах 3D печати. Получены знания в области обработки металла, лакокрасочных работ.	200 деталей конструктивных элементов автомобилей. 10 корпусных элементов. 5 несущих силовых элементов.
5 этап Обработка напечатанных элементов, сборка модели, установка электроники, отладка модели	Собранная, готовая к работе модель	Освоена технология обработки материалов, из которых были изготовлены конструктивные элементы автомобиля. Получены дополнительные знания о свойствах и характеристиках материалов для 3D печати.	Обработаны 200 деталей, напечатанных с помощью 3D принтера, собрана 1 готовая модель.
6 этап Подготовка технической документации	Подготовлена и создана техническая документация модели автомобиля, произведен расчет стоимости модели, рассмотрены возможные аналоги известных производителей.	Получен опыт разработки чертежей, оформления научной работы (реферата)	1 папка с чертежами, научной работой, схемой включения электроники.
7 этап Презентация проекта	Выступление на городской НПК	Представлена разработка сборной	Выступление прослушали 12 педагогов из

образовательным учреждениям		уменьшенной модели автомобиля КамАЗ ученикам школ города Зеленогорска, педагогам школ и учреждений дополнительного образования детей. Получен опыт презентации проекта на публику, выслушаны замечания и критика в адрес проекта, составлены дальнейшие планы развития проекта.	школ города Зеленогорск, 5 преподавателей СФУ города Красноярск, 30 учеников школ города Зеленогорск и 15 учеников школ города Красноярск, 12 студентов СФУ.
------------------------------------	--	---	--

3.5. Бюджет

Основные прямые расходы

№	Наименование расхода	Имеется	Требуется	ИТОГО
1	Пластик для 3D печати	3кг*1600 руб.	0	5400 руб.
2	Заправка картриджа для принтера	1шт*380руб	0	380 руб.
3	Программа для прототипирования «Компас 3D»	1шт*0руб.	0	0 руб.
4	Канцелярские принадлежности	1набор*300руб.	0	300 руб.
5	Бумага	1пачка*200руб.	0	200 руб.
6	Набор столярных инструментов	1шт*1500руб.	0	1500 руб.

7	Ноутбук для 3D моделирования и изготовления чертежей.	1шт*30000руб.	0	30000 руб.
8	Аренда помещения (для печати деталей) Школьный ТЕХНО-парк	150ч*100руб.	0	15000 руб.
9	Набор Lego 9641	1шт*6140руб.	0	6140 руб.
10	Аккумуляторы 1860 Li-on	6шт*500руб.	0	3000 руб.
11	Arduino UNO R3	1шт*700руб.	0	700 руб.
12	Реле 250В 20А	3шт*50руб.	0	150 руб.
13	Крепежные элементы	0	250шт*1руб.	250 руб.
14	Расходные материалы	-	500 руб.	500 руб.
15	Паяльная станция	1шт*3000руб.	0	3000 руб.
16	Электронные компоненты	15шт*20руб.	0	300 руб.
17	Модуль связи HC-06	1шт*250руб.	0	250 руб.
	ИТОГО		750 руб.	67070 руб.

3.6. Риски проекта

Этап	Риски	Минимизация риска
1. Поиск и подборка компонентов	Найденных и имеющихся компонентов будет недостаточно для создание несущей конструкции автомобиля.	Заранее разработать примерный эскиз несущей конструкции автомобиля, упростить строение рамы, использовать подручные материалы и компоненты.
2. Создание 3D моделей всех конструктивных элементов модели автомобиля.	Не найдена программа для прототипирования «Компас 3D».	Осуществить поиск иных программ для прототипирования, ознакомиться с ними.

	<p>Не установлена программа для прототипирования «Компас 3D».</p> <p>Возможностей программы будет недостаточно для создания 3D моделей.</p>	<p>Ознакомиться с рынком продаж программ для прототипирования.</p> <p>Упростить некоторые элементы конструкции.</p>
3. Печать разработанных деталей на 3D принтере.	<p>Возможностей 3D-принтера будет недостаточно для изготовления моделей.</p>	<p>Упростить некоторые элементы, печатать детали по частям, прибегнуть к настройке и доводке 3D-принтера, обратиться за помощью к профессионалам.</p>
4. Последующая обработка напечатанных деталей, сборка модели	<p>Плохая обработка деталей и компонентов. Не удастся собрать модель.</p>	<p>Заранее продумать, что необходимо и должно быть для распечатки и обработки деталей.</p> <p>Использовать другой набор инструментов для обработки деталей.</p> <p>Разработать другие детали для сборки модели.</p>
5. Подготовка технической документации проекта.	<p>Не удастся изготовить чертежи деталей модели, подготовить иную техническую документацию.</p>	<p>Обратиться за помощью к профессионалам, использовать разные компьютерные программы для создания технической документации.</p>
6. Презентация на научно-практических конференциях	<p>Не выступил на НПК (школьный и городской этапы)</p>	<p>Осуществить поиск иных конкурсов или конференций для дальнейшего выступления.</p>

3.7. Устойчивость

В реализации моего проекта могут быть заинтересованы образовательные организации: средняя и старшая школа, ученики школьного технопарка, центры дополнительно образования детей, университеты. Преподаватели Сибирского Федерального Университета заинтересовались моей моделью. Фактически эти организации могут финансировать мой проект. Этот проект никак не разовый. Его разработка и доработка может происходить постоянно. Все зависит от достижений науки и техники, которыми я могу воспользоваться. В дальнейшем планируется оснастить модель автомобиля электронным регулятором подвески, создать специальные алгоритмы

движения, доработать подвеску автомобиля, силовую конструкцию, установить коробку передач.

3.8. Распространение результатов

Мой проект может быть интересен тем ребятам, кто занимается прототипированием и моделированием, а также трехмерной графикой и печатью на 3D-принтере. Изобретение собственной трехмерной модели, ее печать на принтере, сборка, вот, что может заинтересовать любого школьника. В нашей стране в каждой школе есть компьютеры, на которых можно создавать свои модели в программе «Компас- 3D». Но отсутствие 3D-принтеров, может быть препятствием в реализации моего проекта. Кроме того, мой проект будет интересен тем, кто хочет связать свою жизнь с машиностроением и разрабатывать новые механизмы, которые в дальнейшем будут применять в изготовлении уже реальных автомобилей. Изготовленную модель также можно использовать в качестве обучающе-развлекательного пособия.

3.9. Портфолио проекта

3.9.1. Технические документы

- 3 Система КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа.
- 4 Трехмерный, или 3D-принтер – это устройство вывода трёхмерных данных (как правило, объемной геометрии). Результатом его работы является некоторый физический объект, прототип.
- 5 Сборочная уменьшенная модель автомобиля КамАЗ.
- 6 Реферат.

3.10 Сравнение с аналогичными моделями автомобилей

Трофи модель CMX от MST (Max Speed Technology) 1/10 – 16399 руб.

AXIAL SCX10 II Jeep Cherokee 4WD 1/10 KIT – 26910 руб.

AXIAL SCX10 II Jeep Cherokee 4WD 1/10 RTR – 31800 руб.

Все модели автомобилей были взяты с сайта RCMOTORS.ru, стоимость таких моделей очень высока. Кроме того, такие модели не имеют потенциала для дальнейшего усовершенствования и изменения конструкции. Каждая из приведенных моделей оснащена системой дистанционного управления, в моей же модели в дальнейшем будет установлен программируемый микроконтроллер, с помощью которого можно будет настроить дополнительные системы управления, в том числе настройку подвески. Электрическая оснастка приведенных моделей не позволяет выполнить такие алгоритмы.

Общая стоимость моей модели на данном этапе составляет порядка 9000 рублей, но цену изготовления модели можно снизить в разы, если использовать промышленные технологии изготовления деталей.

Заключение

На протяжении восьми месяцев я занимался разработкой учебной сборочной модели автомобиля КамАЗ. В процессе работы я познакомился с программой «КОМПАС – 3D». Узнал определенные качества и свойства материалов 3D печати, познакомился с изготовлением деталей с помощью 3D-принтера, приобрел опыт построения чертежей и подготовки технической документации. Также ознакомился с основами проектной деятельности. В процессе создания модели подробно узнал про все конструктивные элементы автомобиля. Научился последующей обработке деталей, изготовленных с помощью 3D-принтера. В результате моей работы я создал сборочную уменьшенную модель автомобиля КамАЗ.

Я предусмотрел риски проекта, которые минимизировали трудности и позволили сделать работу качественно.

Стоимость создания модели на данном этапе составляет порядка 9000 рублей, учитывая, что на ее создание ушло около 1 кг трех разных видов пластика Picasso, стоимостью 1800 рублей за 1 кг. Это довольно высокая цена, однако большое количество такого пластика было использовано в процессе разработки модели на изготовление экспериментальных деталей

Таким образом, я выполнил задачи, достиг поставленной цели, подтвердил гипотезу. Учителя лицея, особенно физики, одобрили модель и заинтересовались в её приобретении.

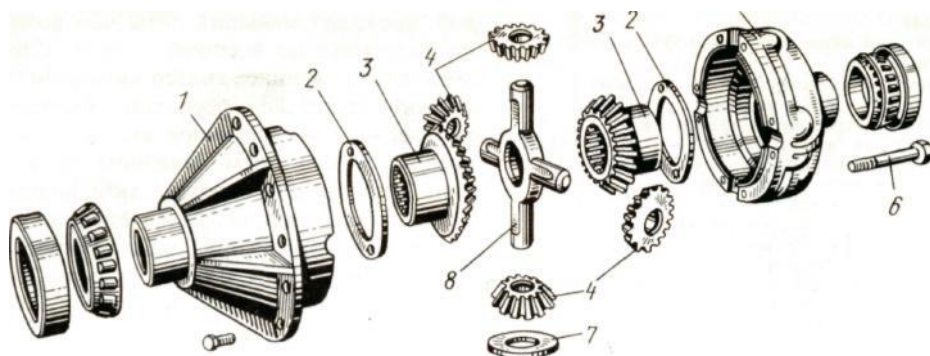
В перспективе своего проекта модель автомобиля будет оснащена электронным регулятором пневматической подвески, дополнительными датчиками контроля автомобиля, коробкой переключения передач, будут доработаны подвеска и трансмиссия автомобиля, созданы специальные алгоритмы движения, в том числе автономного движения.

Литература

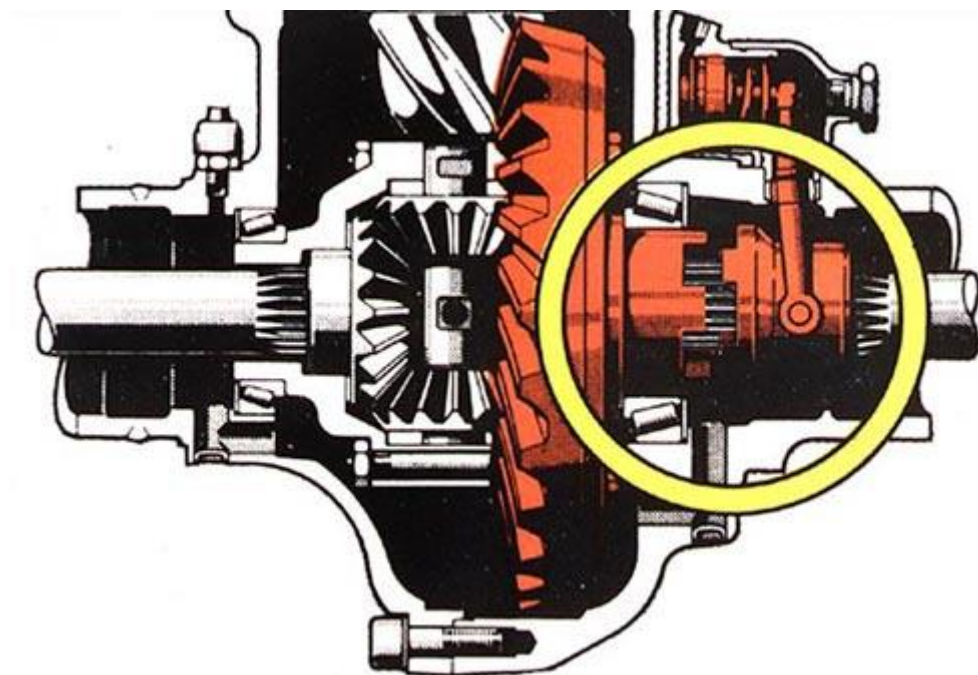
1. Курганов А.И. Основы расчёта шасси тракторов и автомобилей.
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Дифференциал_\(механика\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дифференциал_(механика))
3. <http://www.ourmotorhome.ru>
4. [http://www. autodriving.net](http://www.autodriving.net)
5. <http://isolaris.ru>
6. <http://www.drive2.ru@>
7. <https://www.rcmotors.ru/catalog/mashiny/vse-mashiny/trofi/>
8. <http://znanieavto.ru/hodovaya/uprugie-elementy-podveski-avtomobilej.html>
9. <https://techautoport.ru/hodovaya-chast/podveska/torsionnaya-podveska.html>
- 10.

Приложения

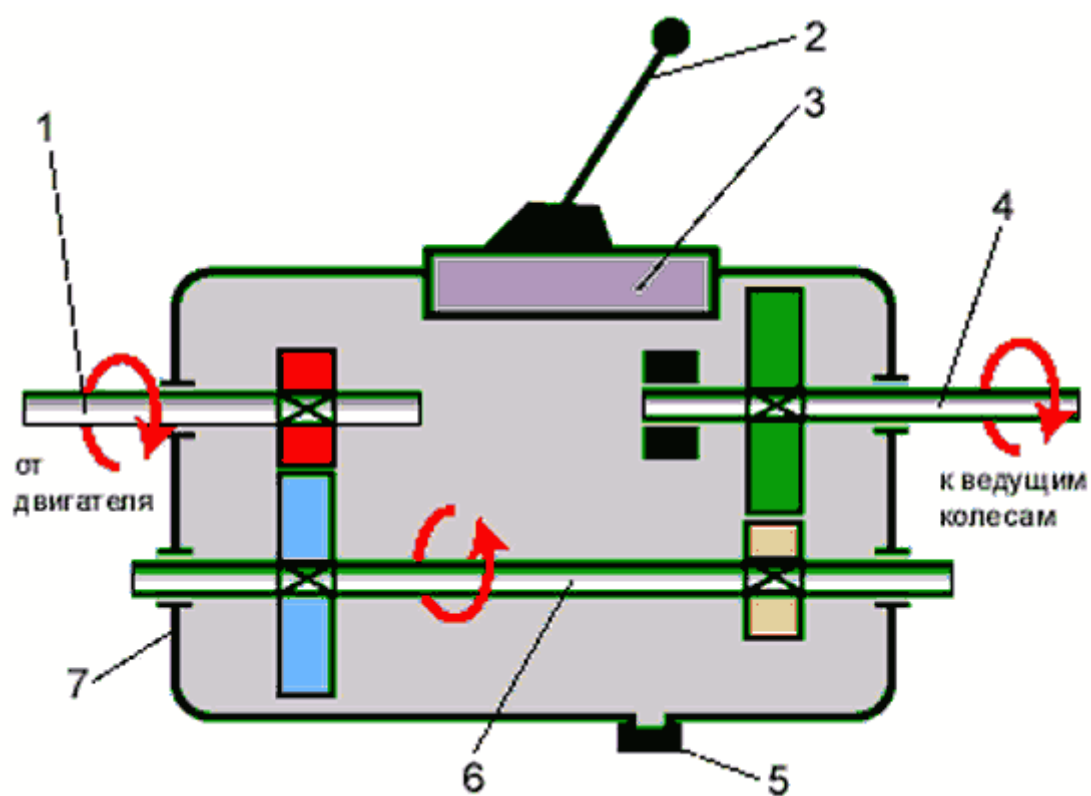
Приложение 1.



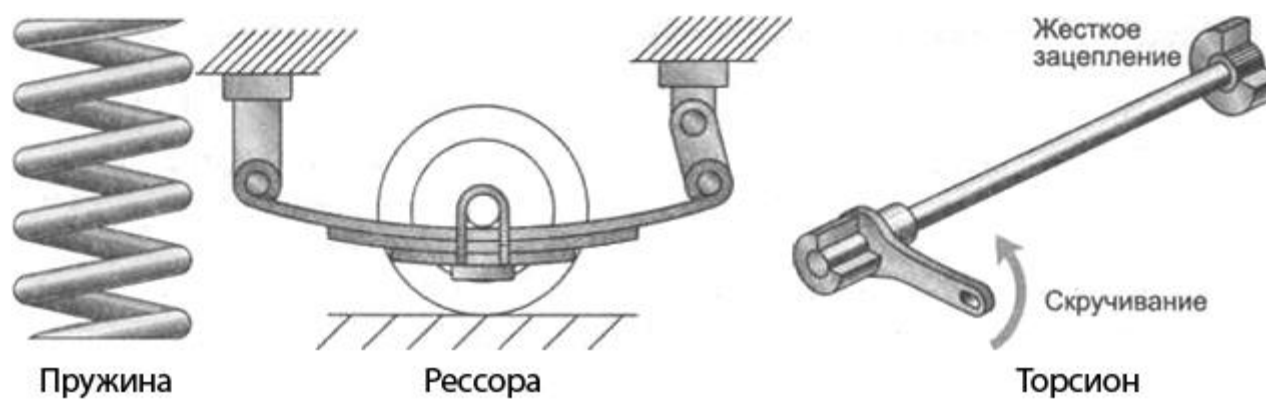
Приложение 2.



Приложение 3.



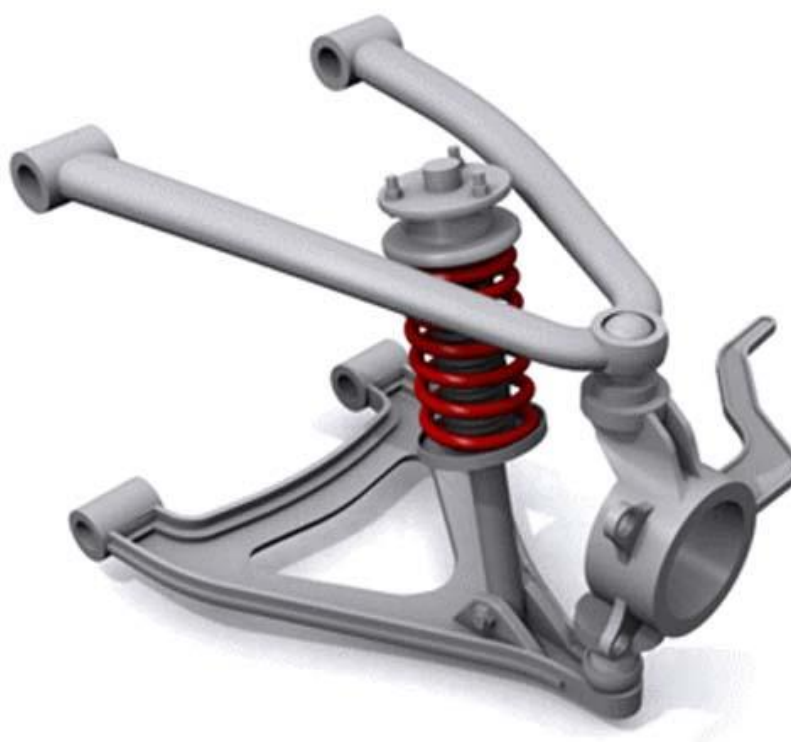
Приложение 4.



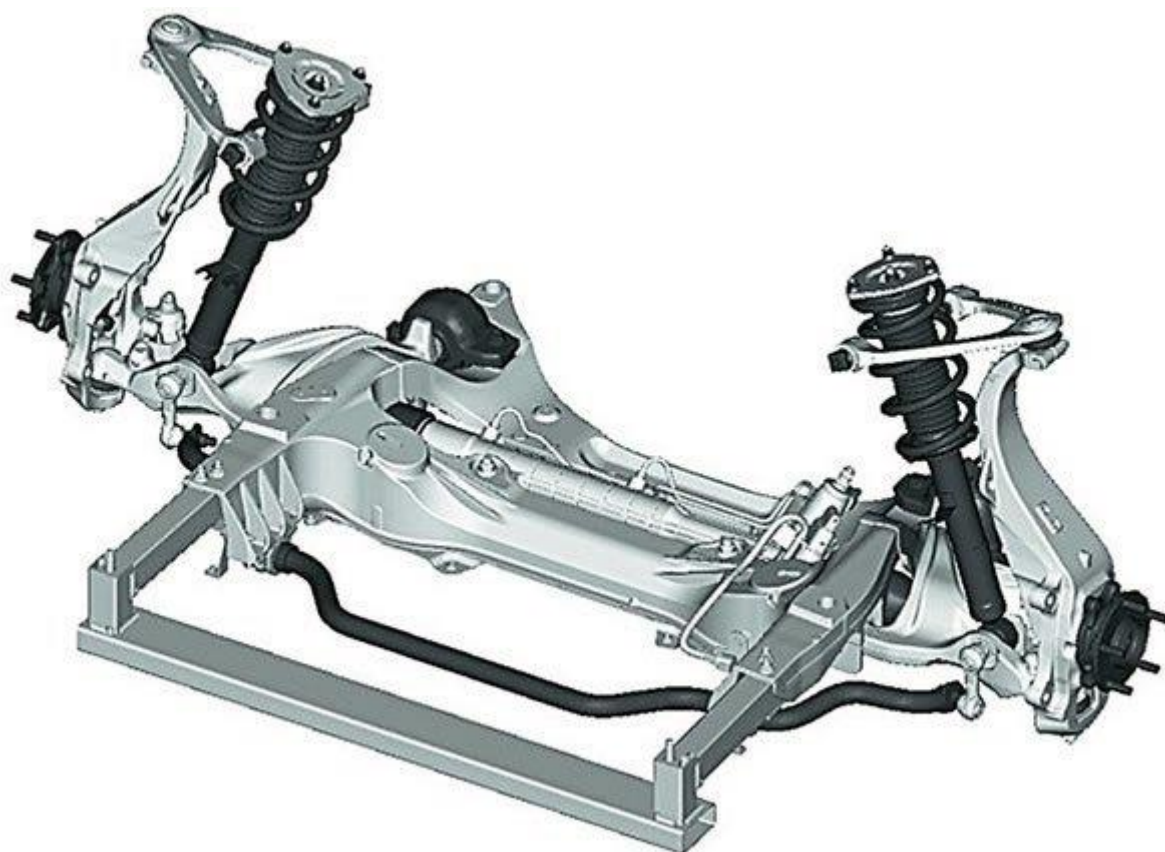
Приложение 5.



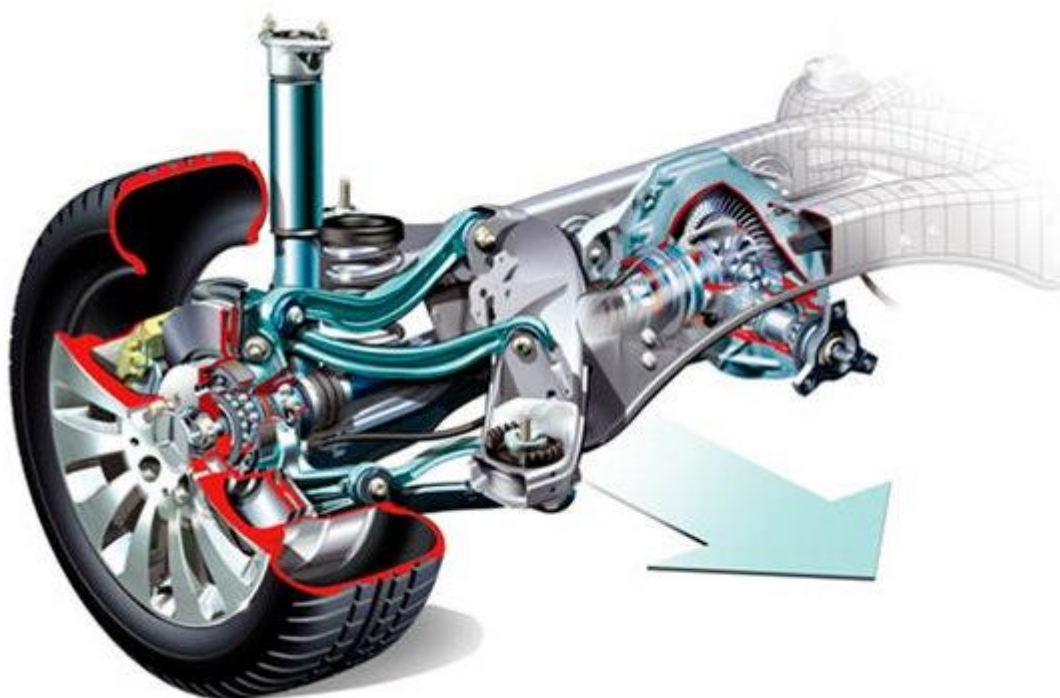
Приложение 6.



Приложение 7.



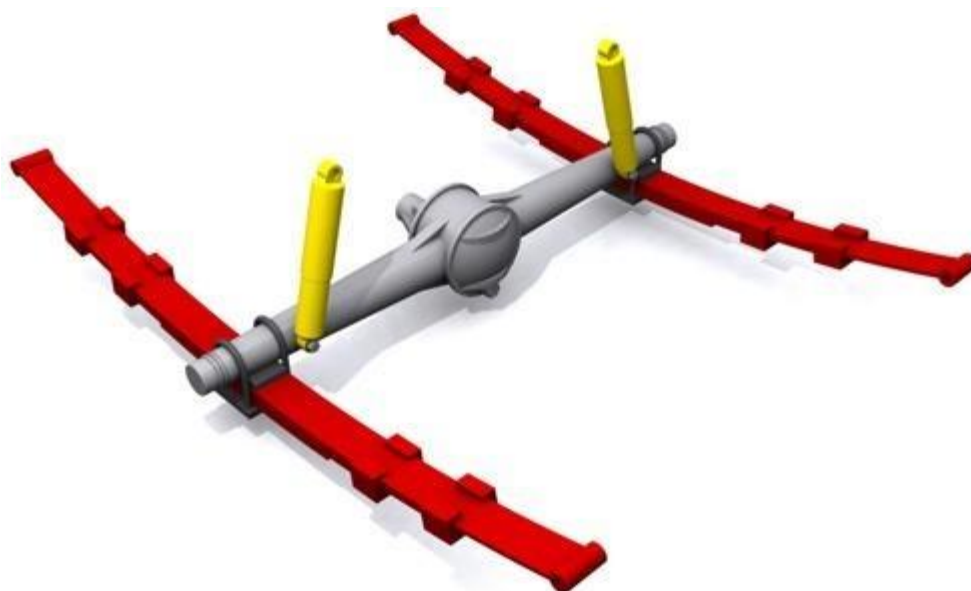
Приложение 8.



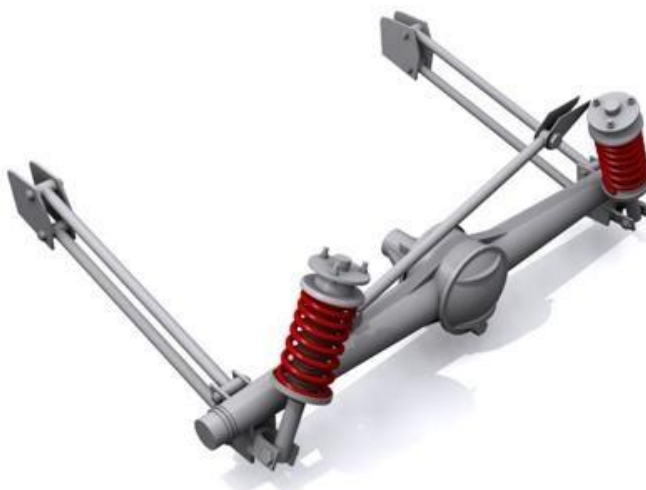
Приложение 11.



Приложение 12.



Приложение 13.



Приложение 14.



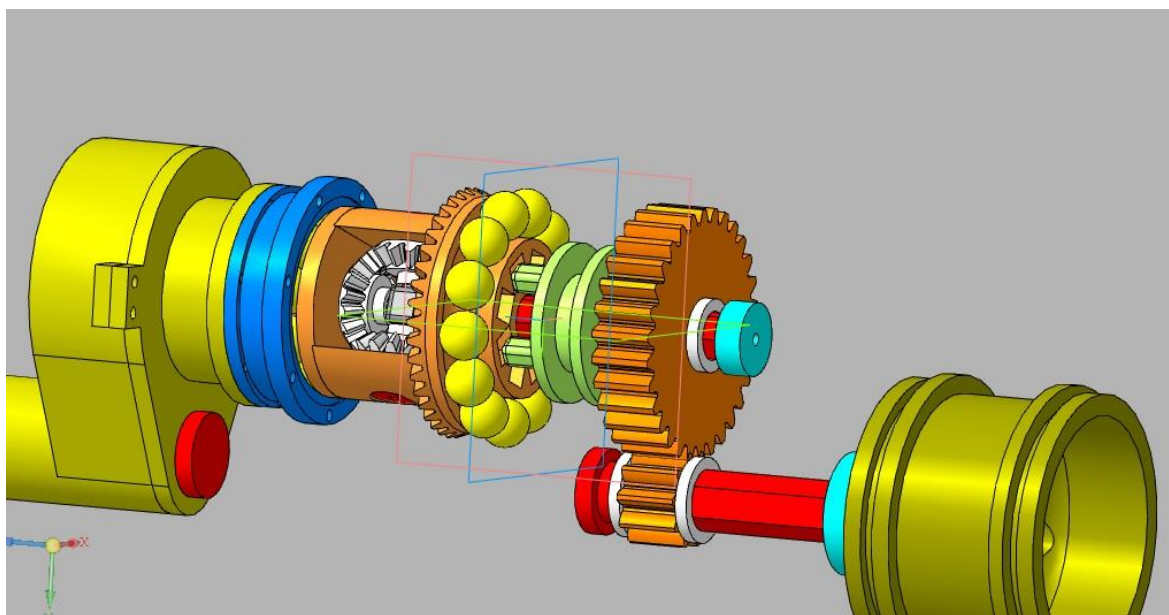
Приложение 15.



Приложение 16.



Приложение 17.



Приложение 18.



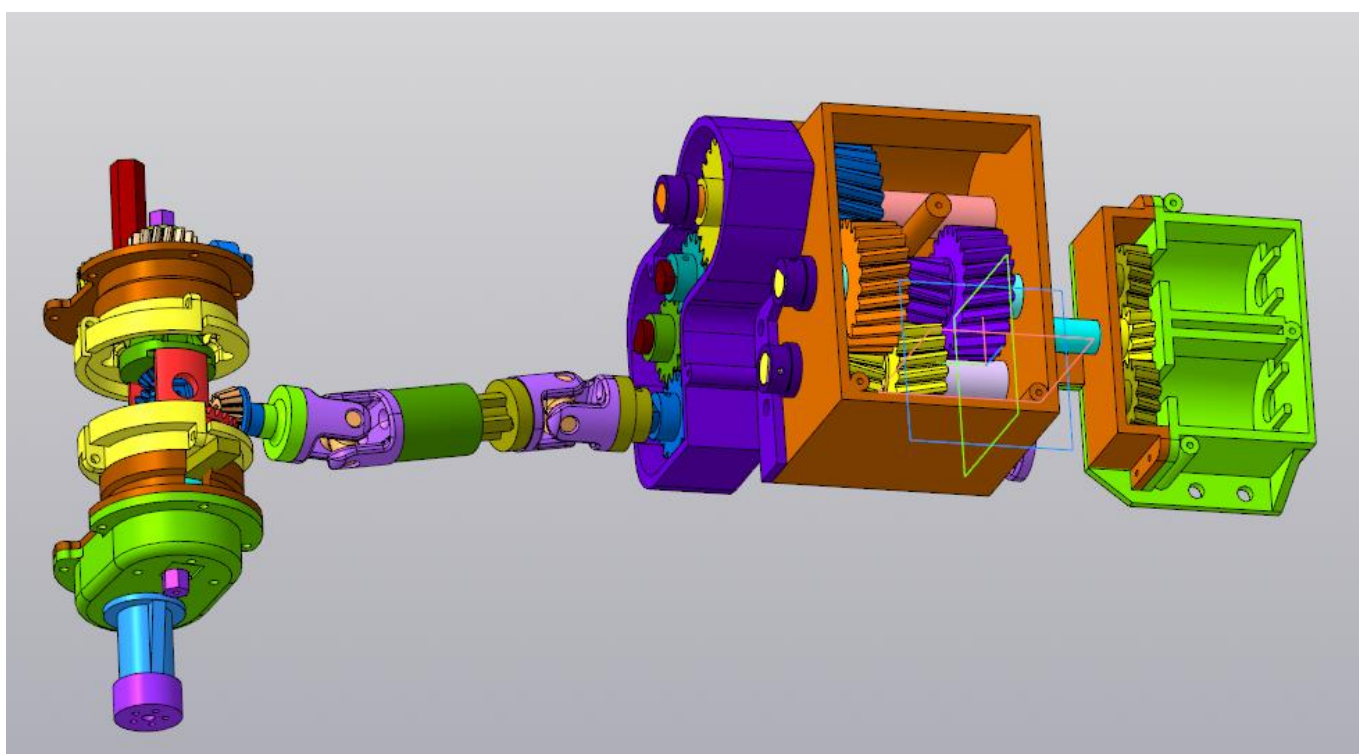
Приложение 19.



Приложение 20.



Приложение 21.



Приложение 22.



Приложение 23.



Приложение 24.

