

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Разработка транспортного средства класса «Унимото». Трансмиссия

Студент

Г.В. Вуколов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Л.А. Черепанов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук, доцент С.Ю. Данилова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

Тема дипломного проекта: «Разработка транспортного средства Унимото. Трансмиссия». Объект исследования специалиста – цепная передача трансмиссии.

Целью дипломного проекта является рассмотрение транспортного средства класса «Унимото» и разбор трансмиссии. В первом и втором разделе разъясняется история появления нового направления в классе мото, так же рассматриваются правила и регламент проведения соревнований «унимото» на льду.

Третий раздел посвящен конструкторской части, в нем описывается конструкция «Унимото», принцип его работы. Расчет тягово-динамических данных транспортного средства «унимото» который, описывает основные скоростные характеристики. Расчет цепной передачи. Описана цель перевода привода на цепную передачу, и установки четырехступенчатой коробки передач.

В разделе «безопасность и экологичность технического объекта» учитывая оригинальность темы описано «обеспечение безопасности при эксплуатации транспортного средства унимото».

В экономическом разделе произведен расчет стоимости замены привода трансмиссии на цепную передачу. Экономическая рентабельность проекта доказана.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки на 68 страниц, включая графическую часть на 8 листах формата А1, 31 таблиц и список из 18 источников.

Abstract

The topic of the given graduation project is: "Development of the Unimoto vehicle. Transmission». The object of the expert's research is the chain transmission of the transmission.

This graduation project is about to review the vehicle class "Unimoto" and analyze the transmission. The first Chapter explains the history of the new direction in the Moto class, as well as the rules and regulations of the competition "unimoto" on ice.

The second Chapter is devoted to the calculation of traction and dynamic data of the vehicle "unimoto" and describes the main speed characteristics.

The third Chapter contains the calculation of chain transmission. The purpose of converting the drive to chain transmission and installing a four-speed transmission is described.

In the section "safety and environmental friendliness of the technical object", taking into account the originality of the topic, it is described "ensuring safety during operation of the vehicle unimoto".

In the economic part, the cost of replacing the transmission drive with a chain transmission is calculated. The economic profitability of the project has been proven.

The diploma project consists of an explanatory note on 68 pages, including a graphic part on 8 sheets of A1 format, 31 tables and a list of 18 sources.

Содержание

Введение.....	6
1 Основное понятие и определение.....	7
1.1 История создания нового направления в классе мото	7
1.2 Развитие унимото в России	9
1.3 Мировые рекорды, установленные на чемпионате мира по унимото в Тольятти	11
2 Правила проведения гонок унимото	12
2.1 Регламент 8-го открытого личного чемпионата мира по унимото на льду 2020 года	12
3 Конструкторская часть	20
3.1 Конструкция «Унимото».....	20
3.2 Принцип работы «Унимото»	22
3.3 Тягово-динамический расчёт Унимото	24
3.3.1 Подготовка исходных данных для тягового расчета	24
3.3.2 Определение передаточного числа главной передачи.....	26
3.3.3 Расчёт внешней скоростной характеристики.....	27
3.3.4 Определение передаточных чисел коробки передач	29
3.3.5 Тяговый баланс автомобиля	31
3.3.6 Динамическая характеристика автомобиля	33
3.3.7 Разгон автомобиля	35
3.3.8 Время и путь разгона автомобиля.....	38
3.4 Общие сведения о цепной передаче	41
3.4.1 Исходные данные.....	42
3.4.2 Расчет цепной передачи	42
3.4.3 Расчет звездочки цепной передачи	48
4 Обеспечение безопасности при эксплуатации транспортного средства унимото	50

4.1 Техническая инспекция	50
4.1.1 Колесо и система приводов должны быть закрыты защитными кофрами.....	52
4.1.2 Тормозная система.....	53
4.1.3 Система «стоп-двигатель»	54
4.1.4 Кожух вокруг котла	55
5 Экономическая часть	56
5.1 Цель проекта.....	56
5.2 Перечень стадий и этапов выполнения НИОКР	57
5.3 Расчет затрат на проведение НИОКР	61
5.4 Расчет затрат на производство изделия.....	67
5.5 Расчет суммарной себестоимости изготовления ненужных деталей..	69
5.6 Расчет себестоимости изготовления измененных деталей.....	69
Заключение	74
Список используемой литературы и используемых источников.....	75
Приложение А Цепная передача	77

Введение

В настоящее время существует множество видов мотоциклетного спорта, одним из самых необычных и захватывающих мотоциклетных гонок являются гонки на унимото.

Унимото: это гонки на одноколёсных мотоциклах.

21 января 2012 года в Тольятти во время зимнего мотослета Snowdogs-2012 состоялся первый чемпионат мира по гонкам на унимото – и эту встречу запомнил весь мотоциклетный мир. А вы знаете, что такое унимото? Россия является одним из мировых лидеров в этом виде мотогонок, а наши гонщики на регулярной основе ставят новые мировые рекорды.

«Унимото» - это одноколесный мотоцикл. Не задавались ли вы вопросом: чем унимото отличается от моноцикла? По сути, это один из видов моноцикла, при этом его компоновка не имеет серьезных ограничений. Унимото создаются на основе серийных мотоциклов, автомобилей, ракет, культиваторов, да и любых видов техники. Колеса унимото могут быть самыми разнообразными, в том числе деревянными и не имеющих покрышек.

У унимото имеется техническая особенность: колесо унимото должно быть размещено ниже посадки пилота (в классических моноциклах пилот чаще всего сидит внутри огромного колеса). Но главная особенность в том, что, унимото – это разновидность дрег-рейсинга. Дрег-рейсинг – это скоростные заезды по прямой траектории на заданную дистанцию. Унимото - это небольшой и сравнительно новый вид технического спорта, но несмотря на это, он популярен во всем мире, соревнования с постоянной периодичностью проводятся в США, Европе и России, а участники данного вида спорта гордятся своим увлечением и готовы развивать его в любом уголке земного шара.

1 Основное понятие и определение

Унимото (уницикл) – это транспортное средство, сконструированный на базе мотоблока с одним колесом и лыжами, предназначенный для быстрых заездов по льду, снегу и земляному грунту.

1.1 История создания нового направления в классе мото

В марте 1989 года байкер из Америки Вилли Нассау по прозвищу Sidecar Willy решил придумать новый вид развлечений для байкерских встреч. Обычная встреча байкеров состояла из групповых катаний на одинаково оформленных мотоциклах. Это занятие порядком поднадоело. Проблема была в том, что: полиция запретила мото-дрэг-рейсинг, которые всегда проводились прямо перед баром, где организовывалась встреча байкеров.

Вилли решил, что если сделать гонки легальным видом спорта, то можно обойти запреты. Для этого ему пришлось придумать новый формат гонок. Вилли решил так: -я катался на всех видах мотоциклов, но не когда не пробовал на одноколесном. Идея о создании одноколесного мотоцикла и заезда на 100 футов (30,48 м) появилась и сформировалась в одну ночь. Первый чертеж унимото был нарисован на пивной подставке. Нассау предположил, что с передней стороны уницикла будет двигатель, а с другой – человек, а колесо будет располагаться посередине. Таким образом, процесс гонки не будет заключаться в нажатии на газ, а станет еще и тренировкой баланса и равновесия. С новым видом ему помогла компания Unicycle Drag Racing.

Вилли долгое время не мог создать идеальный унимото с хорошим балансом. Во время движения первые прототипы унимото опрокидывались. К 1991 году после многих попыток Вилли удалось проехать на своем творении около 20 м – и это был рекорд. Создание нужной компоновки

получилось лишь с приходом в команду Боба Чески, байкера и механика, который помогал в создании. Они спроектировали и построили первый в унимото, используя двигатель от Honda выпуска 1958 года и сварив раму самостоятельно. Уницикл получил название Desert Stormer.

Увидеть новый уницикл собралось много желающих – в тот момент Вилли решил поставить новый рекорд на дистанции 100 футов. Мало кто знал, что до этого момента им не удавалось проехать такое расстояние. У уницикла не было боковых поддержек, колесо было очень тонким, а двигатель – был сильно вынесен вперед. Но, как ни странно, Чески совершил подвиг: Desert Stormer, с трудом, проехал 100 футов за 5,2 с. Публика была в шоке, а Вилли понял, что новый вид спорта будет иметь успех.

«С тех времен прошло почти четверть века. Вилли Нассау построил около десятка унимото самых разных конструкций и компоновок. Сам он уже давно не выступает, но приезжает в качестве почетного гостя и судьи на соревнования по всему миру. Новые унимото по сравнению с, Desert Stormer выросли до размеров полноценных байков, колесо увеличилось, появились подпорки во избежание опрокидывания, а рекорд проезда дистанции был побит почти в два раза» [12].

1990 год стал первым годом организации American National Unimotor cyclists Society (A.N.U.S.) – американской ассоциации унимотоциклистов. Ее основали Нассау и Чески, со временем количество людей с инженерными мыслями стало увеличиваться, и рекордный заезд одиночки превратился в крупные соревнования.

«Особую популярность гонки приобрели, в Бельгии и Голландии. В 2003 году соревнования в Швейцарии были официально объявлены чемпионатом мира – причем с тех пор и до настоящего момента все чемпионаты, проходят под эгидой A.N.U.S., то есть американской, а не мировой ассоциации» [12].

«В Россию унимото появилось лишь в середине 2000-х, но наша страна быстро догнала зарубежных инженеров, и создала новый подкласс – ледовые

гонки на одноколесных мотоциклах. На сегодняшний день в России проводится до семи крупных унимото-соревнований в год, а также так же появилось Российское сообщество унимотоциклистов (R.U.M.S.)» [12].

1.2 Развитие унимото в России

В 2003 году группа Русских энтузиастов из тольяттинского мото клуба «Дивизион» решила совершить – поездку на зимний мотослет Elefantentreffen в Германию. На «М-72» команда удачно добралась до соревнований, и удивила всю публику. После возвращения в Россию участник экспедиции Дмитрий «Гор» Горбунов решил организовать соревнования в России, и в 2004 г. это случилось: первый зимний мотослет Snow Dogs собрал около 60 человек.

«2005 г. стал годом рождения R.U.M.S. – Российского сообщества унимотоциклистов. На первых соревнованиях приняли участие всего три унимото из Самарской области. Тогда Дмитрий горбунов решил присваивать каждому гонщику личный пожизненный номер независимо от того, будет ли он когда-либо снова участвовать в гонках. Так получилось, что №1 был присвоен Александру «Кавасане» Дудареву из Набережных Челнов. С этого момента он, считаясь лучшим пилотом российского унимото, так как постоянно занимает первое место. С того времени в России прошло около 25 гонок. Первая летняя гонка состоялась в 2007 г. на фестивале «Медвежий угол» в городе Ярославль, потом появились и дождевые гонки, и ночные. В 2010 г. спортсмены R.U.M.S. приняли участие в чемпионате Европы, где Виктор Горбунов гонщик под №7 стал чемпионом в классе D» [12].

«Популярность гонок унимото в России растет с каждым годом. В настоящее время национальный реестр унимотогонщиков насчитывает 80 человек из 30 городов России. Не большая часть людей в нашей стране имеет возможность создавать реальные драгстеры, так как себестоимость может составлять более сотни тысяч долларов. Постройка унимото доступна

каждому: берете старый мотодвижок и одно колесо, а остальное – плод вашей фантазии и рук» [12].

Американское сообщество унимотоциклистов (A.N.U.S.) внимательно следит за развитием унимото в России. Мы первые в мире стали проводить гонки на льду. «К середине 2012 г., – рассказывает Дмитрий, – мы сравнили результаты наших заездов с европейскими и было обнаружено, что гонщики из России могут составить конкуренцию даже в „больших“ классах. В связи с этим у Российских гонщиков появилось желание провести первый чемпионат мира на льду. С 2002 г. чемпионаты мира раз в два года проходят в Швейцарии, но только летом.

«Дмитрий отправил запрос о возможности проведения такого мероприятия в России отцу-изобретателю унимото Уильяму Нассау с уточнением, возможно ли сравнение результатов заездов по земле и по льду. По логике сопротивление трению разное, поэтому и скорости должны различаться. В скором времени он получил ответ, в котором указывается, что в правилах оглашаются условия покрытия трассы как «немощенная», каковой лед и является» [12].

«Испытания показали, что по льду эти транспортные средства едут быстрее, и у Российских гонщиков появился шанс побить мировые рекорды, в том числе рекорд Книги Гиннеса, установленный в 2002 г. Алексом Ротом гонщиком из Германии». Вилли, подтвердил личное участие в качестве жюри и официального представителя Книги Гиннеса.

«20 января 2012 г. в Тольятти на стадионе им. А. Степанова стартовал первый чемпионат мира по унимото, в состав которого вошли 42 гонщика. По решению жюри гонку начинали российские чемпионы, главные претенденты на рекордное время. На чемпионат вышли лучшие пилоты страны: Александр Дударев (Набережные Челны), Роман «Хочуха» Колтаков (Челябинск), Евгений Розов (Ярославль) и Игорь Булаев (Жигулевск). В результате, из пяти мировых рекордов российскими спортсменами были побиты три» [12].

1.3 Мировые рекорды, установленные на чемпионате мира по унимото в Тольятти

- класс А — №1 А. Дударев (Набережные Челны) с результатом**2:33**;
- класс В — №38 Р. Колтаков (Челябинск) с результатом**2:38**;
- класс D — №62 Е. Смирнов (Тольятти) с результатом**3:62**.

«Интересная борьба завязалась за рекорд Книги Гиннеса. В первом заезде Александр Дударев повторил существующий рекорд – 2:47. Первая попытка Романа Колтакова оказалась не столь успешной. Во второй попытке Александр все же побил рекорд, показав время 2:44. Шквал эмоций и восторг зрителей пронесся по стадиону. Однако его соперник не собирался сдаваться и, пока Кавасаня раздавал интервью и принимал поздравления, улучшил время до 2:38. Публика неистовствовала! Александр вырвался из объятий прессы и запрыгнул на свой унимото с криком: «У меня есть еще одна попытка!» И тут свершилось непредвиденное. Александр показал наилучшее время – 2:33! Сайдкар Вилли был в восторге, выкрикивая: «Этого не может быть!..» Но это произошло – рекорд был побит, который продержался почти 10 лет» [11].

Было еще много заездов. В общей сложности их было свыше 100. Около двух с половиной часов более полутора тысяч зрителей, не смотря на сильный холод, поддерживали своих фаворитов.

«Позже в интервью Сайдкар Вилли сказал, что именно гонки в России наиболее точно отражают дух этого спорта. Теперь мировой рекорд книги Гиннеса принадлежит Русским гонщикам. Я был, счастлив стать частью этого исторического события! Именно таким я и хотел видеть этот захватывающий вид спорта. Я рад, что мотоциклисты во многих частях света подхватили мою идею, и благодарен всем, кто способствовал продвижению этого уникального мотоспорта за прошедший с его рождения 21 год» [11].

«Дмитрий «Гор» считает, что унимото в России будет развиваться и у него хорошее будущее. Ведь в 2012-м году гонщики из России выиграли чемпионат Европы, побили мировые рекорды и рекорд Книги Гиннеса» [11].

Вывод по разделу:

Данный раздел раскрывает историю создания и развития направления мотоциклетного спорта унимото.

2 Правила проведения гонок унимото

2.1 Регламент 8-го открытого личного чемпионата мира по унимото на льду 2020 года

Цели и задачи:

«Соревнования проводятся с целью дальнейшего развития и популяризации мотоспорта (направление унимото), как средства воспитания и организации здорового образа жизни. Укрепление и развитие международных спортивных связей. Привлечение граждан к занятиям мотоспортом (направление унимото). Определение сильнейших спортсменов. Повышение уровня мастерства спортсменов» [9].

Общие положения. Нормативные документы:

- Непосредственную подготовку и проведение соревнования осуществляет R.U.M.S.
- Нормативными документами организации и проведения официальных соревнований являются:

Настоящий регламент (положение).

Сроки и место проведения соревнований:

- Чемпионат проводится 25 января 2020 года в комплекс РАНЧО, Нижнее Санчелеево г.Тольятти.

Судейство:

- Судейство соревнований осуществляет R.U.M.S.

Участники соревнований:

- «К участию в чемпионате допускаются водители, имеющие действующее регистрационное удостоверение водителя мотоцикла категория «А».
- Участники несут солидарную ответственность за действия всех лиц, обеспечивающих их участие в соревнованиях.
- При регистрации (на административной проверке) водитель обязан предъявить следующие действующие документы:
водительское свидетельство;
- Заявить водителя (водителей) для участия в чемпионате могут любые юридические и физические лица.
- На соревновании водитель не может участвовать на разных унимото в одном классе.
- Водители могут участвовать на разных унимото в соответствующих классах.
- На соревновании на одном унимото не могут участвовать разные водители» [9].

Трасса:

- «Соревнование проводится на территории комплекса РАНЧО Нижнее Санчелеево г.о. Тольятти.
- Длина прямолинейных участков трассы для проведения соревнований должна быть не менее 100 метров.
- Покрытие трассы — лед без резких перепадов высот и серьезных дефектов покрытия.
- Расстояние от старта до финиша 31 метр (100 футов).
- Зона торможения, следующая за финишем, должна быть протяженностью на не менее 60 метров.
- Разогревочная зона протяженностью 10 метров находится перед стартом.

- Трасса по всей длине разделена на три равные по ширине полосы (две для заездов и одна для возврата) и обозначена. Ширина каждой полосы не менее 10 метров.
- На трассе следует оборудовать два судейских поста: старт, финиш. На судейских постах должны находиться сигнальные флаги. Цвета флагов: на старте для контроля фальстартов и остановки гонки – красный, на финише – чернобелый клетчатый – показывается участнику, пересекающему линию финиша.
- Граница гоночного полотна с обеих сторон должна быть обозначена. Места расположения зрителей должны быть ограждены любым способом, исключающим возможность появления на трассе людей, животных, а также предметов, засоряющих покрытие трассы.
- Технический парк для унимото участников оборудуется в непосредственной близости от старта.
- Стоянка участников примыкает к Техническому парку. Перед заездом унимото участников в Технический парк на этой стоянке располагаются только унимото участники и технический транспорт, предназначенный для подготовки унимото к соревнованиям. На стоянке участников возможна разгрузка унимото участников, проведение любых работ по подготовке унимото.
- В стартовой зоне, помимо двух унимото с участниками, может находиться только персонал, организовывающий соревнования.
- Зрители, свободные от гонок водители, механики и другой персонал должны находиться в безопасных местах, определенных организатором.
- Зрители должны располагаться на зрительских местах. Для обеспечения безопасности в зоне торможения не допускается нахождение посторонних лиц. Руководители гонки обязаны постоянно контролировать отсут

ствии посторонних в опасных зонах на трассе и вблизи нее. Маршалы на дистанции обязаны немедленно информировать руководителя гонки любым доступным способом о появлении в опасных зонах посторонних лиц.

В случае проведения тренировочных заездов организаторы должны обеспечивать меры безопасности такие же, как и для зачётных заездов» [9].

Унимото участников:

- Чемпионат мира по унимото на льду 2020 года проводится в следующих классах:

A класс: 750 – неограниченно сс

B класс: 400 – 749 сс

C класс: 200 – 399 сс

D класс: 0 – 199 сс

E класс: ELECTRO

F класс: URAL

R класс: ROCKETS

S класс: STEAM

Y класс: AERO

В чемпионате мира по унимото на льду могут участвовать унимото, которые соответствуют Техническим требованиям:

- КОЛЕСО ДОЛЖНО БЫТЬ ТОЛЬКО ОДНО
- Размеры унимото не должны превышать: 1,2 м в ширину и 2,4 м в длину.
- Двигатель не должен быть моложе 5 лет независимо от предыдущего его использования.
- Объем бензобака не должен быть более 3 литров.
- Колесо и системы приводов должны быть закрыты защитными кофрами.
- Наличие тормозной системы обязательно.
- Наличие системы «стоп-двигатель» обязательно.

- Для класса AERO защита винтов обязательно.
- Для класса STEAM:
- Давление не должно превышать 10 атм.
- Наличие аварийного клапана сброса давления обязательно.
- Наличие ручного крана аварийного сброса давления обязательно, в том числе с тросовым приводом крана аварийного сброса давления при падении унимоциклста.
- Наличие манометра обязательно.
- Наличие кожуха вокруг котла обязательно.
- Технический контроль проводится перед началом соревнований.
- Если в ходе проведения соревнований у Технических контролеров возникают сомнения в том, что унимо кто-либо из участников уже не удовлетворяет данным требованиям, они вправе провести повторную проверку соответствия унимо реальному регламенту.

Условия проведения соревнования:

- После прохождения административного и технического контроля каждому участнику дается ТРИ попытки в зачетных заездах в каждом классе.
- Участники обязаны до окончания времени, указанного в регламенте, осуществить свои зачетные попытки. Максимальное количество разрешенных зачетных попыток ТРИ, минимальное количество – ОДНА. Если участник не осуществил ни одной зачетной попытки, он снимается с соревнования.
- Выезд на зачетные заезды соревнований осуществляется по списку, определенному организаторами. На старт участники прибывают из предстартового накопителя.
- Старт в зачетном заезде дается с помощью светофора.
- Время в зачетных заездах определяется с помощью электронного устройства, с точностью до 0,01 сек. Для определения результатов зачетных заездов учитывается время прохождения унимо дистанции

- между стартовой и финишной линией с учетом времени реакции водителя на старт (на включение зеленого сигнала).
- Для определения результатов зачетных заездов учитывается время лучшей попытки.
 - «Водители соответствующего класса после объявления организатора должны вывести свои унимото в предстартовую зону и ожидать вызова на старт. После разогрева двигателей, судьи линии старта обеспечивают расстановку унимото. Выравнивание осуществляется по максимально выступающей передней части унимото. Руководитель гонки или уполномоченный им судья линии старта, убеждаются в готовности водителя к заезду и подают команду, которая заключается в зажигании желтого огня на светофоре. После зажигания двух желтых огней на светофоре, автоматически через 5 секунд зажигается два зеленых огня на светофоре. С максимальным ускорением унимото движутся прямолинейно к линии финиша. Финиш проводится «с хода». Электронное оборудование фиксирует порядок пересечения участниками линии финиша. После пересечения линии финиша водители обязаны начать интенсивное торможение без изменения траектории движения до полной остановки. Выезд за зону торможения запрещен. После чего унимото остаются в специально предусмотренном месте и только по указанию маршала на трассе они могут вернуться или быть доставлены обратно по специально отведенной для возврата трассе в предстартовую зону со скоростью не выше 5 км/ч. После ТРЕХ заездов, участники следуют в технический парк» [9].
 - «Стартовая команда подаётся светофором, который имеет три различных состояний, три цвета. Цвета огней (сверху-вниз): красный фонарь, желтый фонарь, зеленый фонарь. Фонари светофора дублируются для каждого участника отдельно. Состояния светофора: **КРАСНЫЙ ФОНАРЬ** – означает – подготовку к старту (в этот момент

оба унимото выставляются на старте судьями и водители заводят двигатели);

ЖЕЛТЫЙ ФОНАР — оба водителя подтвердили готовность к движению;

ЗЕЛЕНЫЙ ФОНАРЬ – загорается через 5 секунд после одновременно горящих желтых фонарей и означает подачу стартовой команды. С этого момента водители могут начинать движение к финишу;

КРАСНЫЙ ФОНАРЬ ВО ВРЕМЯ ЗАЕЗДА — фальстарт (начало движения вперед унимото до момента подачи стартовой команды).

- Очередной заезд разрешен только после постановки стартовавших унимото в специально предусмотренном месте.
- Унимото стартуют попарно согласно делению на классы.
- Старт производится «с места», при работающем двигателе. На старте унимото участника до момента подачи стартовой команды должен быть неподвижен. Посторонняя помощь запрещена.
- За фальстарт снимается зачетная попытка.
- При движении по трассе запрещается пересекать осевые и боковые ограничительные линии.
- При движении по трассе запрещается касание покрытия трассы любыми частями унимото расположенными впереди оси колеса.
- В случае касания покрытия трассы любыми частями унимото расположенными впереди оси колеса, зачетная попытка снимается.
- В случае опоздания водителя на старт более чем на пять минут с момента приглашения, зачетная попытка снимается.
- Во время движения по трассе водитель должен быть в шлеме.
- Водителям рекомендуется использовать и другую гоночную амуницию (жесткую защиту («черепашку»), подшлемник, обувь, перчатки и т.д.), при этом предпочтение должно быть отдано омологированной продукции» [9].

- Водители обязаны (по требованию спонсора класса) надеть на себя элементы эмблем и товарных знаков спонсора класса, а также предоставить место на унимото для наклеек эмблем спонсора класса (в соответствии с требованием спонсора класса, представленного за 60 дней до даты проведения Чемпионата мира)

Определение результатов:

- Места в классах определяются с помощью выбора лучшего времени из результатов ТРЕХ зачетных заездов;
- В каждом классе ТРИ призовых места.

Протесты, апелляции:

- Все протесты должны быть поданы сразу после объявления победителей.
- Каждый протест может быть подан спортсменом или его представителем Главному судье.
- Протест должен подаваться только в письменной форме, обязательно с указанием параграфов и пунктов нормативных документов, которые протестующий считает нарушенными. Протесты без указанных ссылок к рассмотрению не принимаются.

Награждение:

- Победители чемпионата в классах награждаются Плакетками.

Вывод по разделу:

В данном разделе представлен регламент по проведению мирового чемпионата гонок на унимото.

3 Конструкторская часть

3.1 Конструкция «Унимото»

Разработанный спортивный снаряд класса «Унимото» состоит из шести основных частей:

- рама,
- паровой двигатель,
- печь,
- трансмиссия,
- колесо,
- рулевое управление.

Рама – это сварная несущая конструкция, выполненная из профильных труб квадратного сечения. Предназначена для жесткого крепления навесных элементов. Выполнена в форме треугольника с направляющей колеса.

Паровой двигатель – предназначен для преобразования энергии пара в механическую работу возвратно-поступательного движения поршня. Паровой двигатель выполнен из гильзы и поршня от двигателя «МАЗ».

Печь – предназначена для преобразования энергии горения в пар. Она состоит из горячей части и трубопровода для подачи пара под давлением в цилиндр парового двигателя.

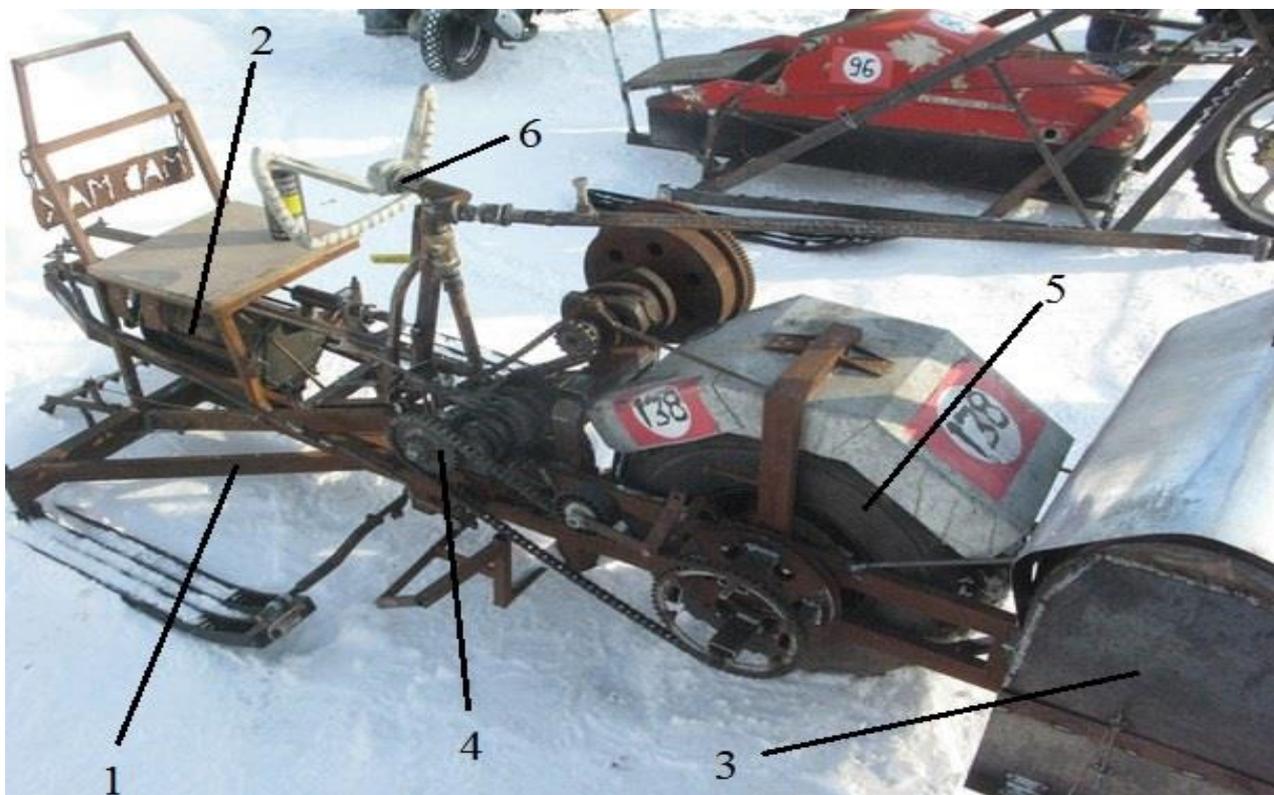
Трансмиссия – предназначена для передачи крутящего момента от парового двигателя на колесо. Трансмиссия состоит из маховика, коробки передач мотоцикла «Урал» и цепной передачи.

Колесо – предназначено для осуществления связи «Унимото» с дорогой. Было взято колесо со ступицей от квадроцикла, так же для большего зацепления за лед в шину вкручены шурупы.

Рулевое управление – предназначено для направления движения «Унимото». Так как колесо «Унимото» жестко закреплено, направление

движения производится с помощью рулевого колеса, которое через тяги передает поступательные движения на лыжи.

Конструкция «Унимото» представлена на рисунке 1.



1 – рама, 2 – паровой двигатель, 3 – печь, 4 – трансмиссия, 5 – колесо,
6 – рулевое управление.

Рисунок 1 – конструкция унимото

3.2 Принцип работы «Унимото»

В печь помещаются дрова либо уголь, от процесса горения образуется пар, который под давлением поступает по трубопроводу с двух сторон в паровой двигатель. Паровой двигатель работает в два такта.

Первый такт – пар из печи перемещается в цилиндр, под своим давлением толкает поршень. Поршень за ход в одну сторону от нижней мертвой точки до верхней мертвой точки вращает маховик на пол оборота, в это время горячий пар перемещается по трубопроводу с одной части цилиндра в другую.

Выпуск – в момент, когда поршень доходит до верхней мертвой точки, золотник в трубопроводе открывается и остывшие пары выходят наружу.

Второй такт – в момент достижения поршня верхней мертвой точки, происходит все в противоположную сторону относительно первого такта.

Поршень совершая поступательные движения передает их через шатун на маховик, который соединен с цепной передачей. Цепная передача передает крутящий момент на первичный вал коробки передач.

Двухвальная коробка скоростей мотоцикла «Урал» имеет четыре скорости. Так как «Унимото» не имеет сцепления, скорости переключаются перед заездом. Если пилота не устраивает результат, то на следующей попытке можно переключить скорость вручную, передвинув муфту включения передачи. Тем самым изменить передаточное число и улучшить результат.

Вторичный вал коробки скоростей соединен с цепной передачей, которая передает крутящий момент через ступицу на колесо и «Унимото» приводится в движение.

Конструкция парового двигателя представлена на рисунке 2.



1 – цилиндр, 2 – поршень, 3 – шатун, 4 – золотник, 5 – маховик.

Рисунок 2 – паровой двигатель

3.3 Тягово-динамический расчёт Унимото

Исходные данные:

Параметры	Значения
«Колесная формула	1x1
Компоновочная схема автомобиля	Монопривод
Длина, мм	2200
Ширина, мм	920
Высота, мм	900
Снаряженная масса m_0 , кг	165
Шины	22/10 R 10
Коэффициент сопротивления качению f_0	0,005
Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x	0,3
Передаточное число цепной передачи	5,13
Передаточное число коробки передач	3,6; 2,62; 1,61; 1,3
Двигатель	Паровой
$N_{e,max}$, кВт	10,4
$M_{e,max}$, Нм	5,2
$n_{e,min}$, об/мин	20
Максимальная скорость V_{max} , км/ч (м/с)	2
Количество мест	1
Максимальная частота вращения коленчатого вала – $\omega_{e,max}$	10,47 с ⁻¹ (100об/мин)»

3.3.1 Подготовка исходных данных для тягового расчета

«Полная масса автомобиля» [13]:

$$\ll m_a = m_o + m_a(n) + m_b \ll [13]. \gg \quad (3.3.1)$$

где « m_a – полная масса автомобиля» [13];

« m_0 – снаряженная масса автомобиля» [13];

« $m_ч$ – 75 кг масса человека» [13];

« n – пассажиров, включая водителя» [13];

« $m_б$ – вес багажа по 10 кг на человека» [13];

$$\langle m_a = 165 + 75 = 240 \text{ кг.} \rangle [13];$$

«Зная размер шин, определяем статический радиус колеса» [13]:

$$\langle r_{ст} = 0.5 * d + \lambda_z * H \rangle [13]. \quad (3.3.2)$$

«где d - посадочный диаметр» [13].

« λ_z - коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин» [13].

$$\langle H/B = 0,22 \text{ мм} \rangle [13]. \quad (3.3.3)$$

«На дорогах с твердым покрытием $r_{ст} \approx r_d \approx r_k$, где r_d – динамический радиус колеса; r_k – радиус качения колеса.» [13]:

$$\langle r_{ст} \approx r_d \approx r_k \rangle [13]. \quad (3.3.4)$$

$$\langle r_{ст} = 0,44 \text{ м} \rangle [13].$$

«Часто применяемый в литературе коэффициент обтекаемости k связан с C_x следующей зависимостью» [13]:

$$\langle k = C_x \cdot \rho / 2 \rangle [13]. \quad (3.3.5)$$

где « ρ - плотность воздуха в нормальных условиях 760 мм.рт.ст» [9].

$$\langle \rho = 1,293 \rangle [13].$$

$$\langle k = 0,3 \cdot 1,293 / 2 = 0,193 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4 \rangle [13].$$

«При расчетах лобовую площадь F легковых автомобилей со стандартным кузовом определяют по приближенной формуле» [13]:

$$\langle F=0,8 \cdot B_r \cdot H_r \rangle [13]. \quad (3.3.6)$$

где, « B_r – габаритная ширина автомобиля, м» [13].

« H_r - габаритная высота автомобиля, м» [13].

$$\langle F=0,8 \cdot 0,92 \cdot 0,9=0,6624 \text{ м}^2. \rangle [13].$$

«Механический КПД всей трансмиссии принимаем постоянным» [13]:

$$\langle \eta_{mp} = 0,92 \rangle [13]. \quad (3.3.7)$$

«Коэффициент сопротивления качению» [13]:

$$\langle f = f_0(1+V^2/2000) \rangle [13]. \quad (3.3.8)$$

где « f_0 - коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля с малой скоростью» [13].

« V – скорость автомобиля, м/с» [13].

$$\langle f = 0,03 \cdot (1+2,08^2/2000)=0,03 \rangle [13].$$

3.3.2 Определение передаточного числа главной передачи

Передаточное число главной передачи U_0 , принимаем как цепную передачу, которая составляет: 5,13

$$\langle U_0 = \frac{Z_1}{Z_2} * \frac{Z_3}{Z_4} \rangle [13]. \quad (3.3.9)$$

где Z - «число зубьев шестерни» [13].

«Передаточное число главной передачи» [13]:

$$\langle U_0 = \frac{41}{15} * \frac{52}{27} = 5,13 \rangle [13].$$

3.3.3 Расчет внешней скоростной характеристики

«Мощность двигателя при максимальной скорости» [13]:

$$\langle N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} (G_a \times \psi_v \times V_{max} + \frac{c_x}{2} \times \rho \times F \times V_{max}^3) \rangle [13]. \quad (3.3.10)$$

где « ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля»[13].

«Полный вес автомобиля» [13]:

$$\langle G_a = m_a * g \rangle [13], \quad (3.3.11)$$

$$\langle G_a = 240 * 9,81 = 2354,4 \text{ Н} \rangle [13],$$

$$\langle \psi_v = f \rangle [13]. \quad (3.3.12)$$

Площадь цилиндра:

$$S = \pi * r^2, \quad (3.3.13)$$

$$S = 3,14 * 7^2 = 153,86 \text{ см}^2.$$

Сила двигателя:

$$F = P * S, \quad (3.3.14)$$

$$F = 80 * 153,86 = 12308 \text{ Н}.$$

«Момент двигателя» [13]:

$$M = F * R, \quad (3.3.15)$$

$$M = 12308 * 0,085 = 1046 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

«Максимальная мощность двигателя» [13]:

$$N = M * \omega, \quad (3.3.16)$$

$$\omega = \frac{\pi * n}{30}, \quad (3.3.17)$$

$$n = 100 \frac{\text{об}}{\text{м}}, \quad (3.3.18)$$

$$\langle N = 1046 * 10 = 10460 \text{ Вт} \approx 10,4 \text{ кВт} \rangle [13].$$

«Для построения кривой эффективного момента двигателя применим формулу» [13]:

$$\langle M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \rangle [13]. \quad (3.3.19)$$

«Выбрав 5 значений в диапазоне $\omega_{min} \dots \omega_{max}$, рассчитаем зависимости, $N_e(\omega_e)$ и $M_e(\omega_e)$. Результаты расчётов сводим в таблицу 1» [13].

Таблица 1 – «Зависимости эффективного момента двигателя» [13].

$\omega_e,$ с^{-1}	2	4	6	8	10
$N_e,$ кВт	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4
$M,$ Нм	5,2	2,6	1,73	1,3	1,04

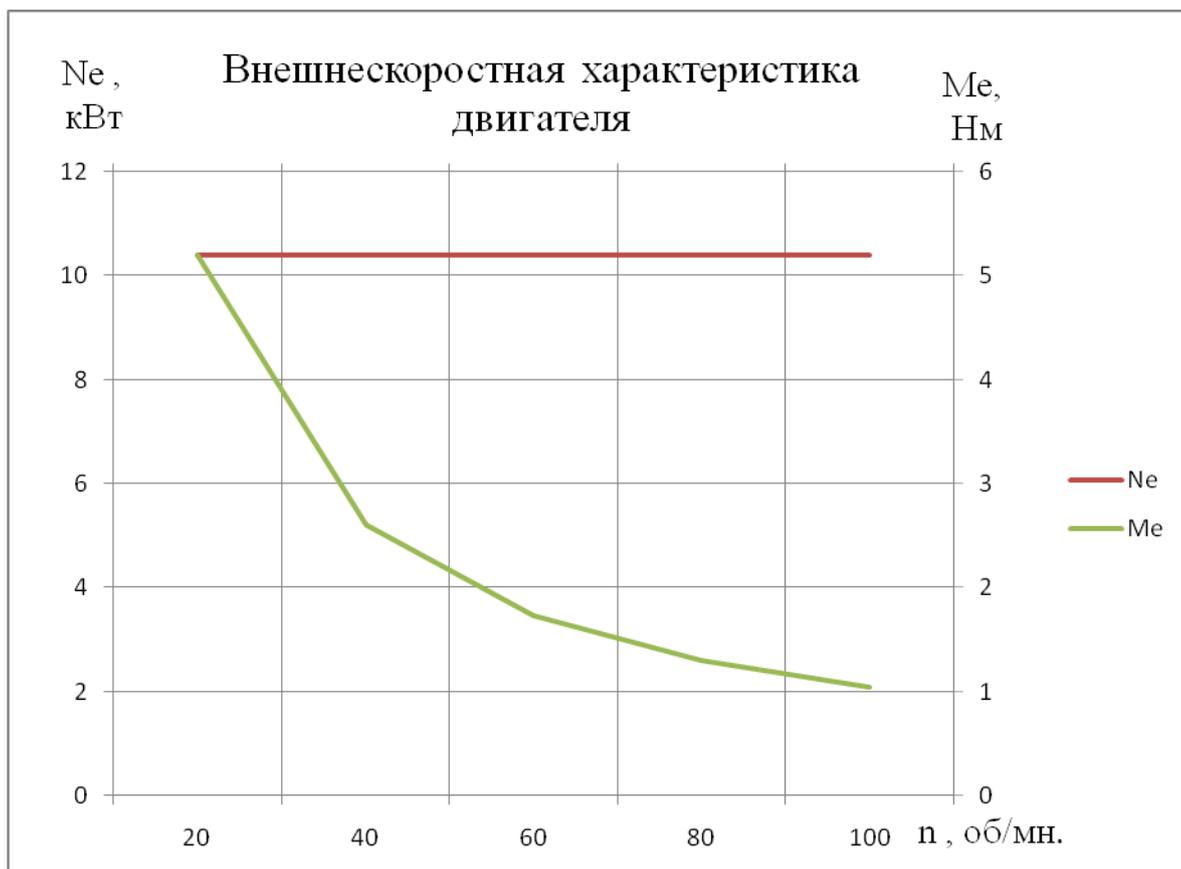


Рисунок 3 – «Внешняя скоростная характеристика двигателя» [13]

3.3.4 Определение передаточных чисел коробки передач

Передаточные числа коробки передач мотоцикла «Урал» принимаем

$$U_I = 3.6 \quad (3.3.20)$$

$$U_{II} = 2.62 \quad (3.3.21)$$

$$U_{III} = 1.61 \quad (3.3.22)$$

$$U_{IV} = 1.3 \quad (3.3.23)$$

$$U_{зх} = 4.2 \quad (3.3.24)$$

«Произведем расчет скорости автомобиля для каждой передачи» [13]:

$$\langle V = \frac{r_k \times \omega_B}{U_0 \times U_k} \rangle [13]. \quad (3.3.25)$$

где « U_{II} – передаточное число коробки передач» [13].

Результаты расчетов сводим в таблицу 2

Таблица 2 – «Значения скорости унимо то при разных передачах» [13].

n, об/мин	Скорость на передаче, м/с			
	I	II	III	IV
20	0,047	0,065	0,105	0,13
40	0,095	0,129	0,211	0,26
60	0,141	0,194	0,316	0,391
80	0,188	0,259	0,421	0,521
100	0,235	0,324	0,526	0,652

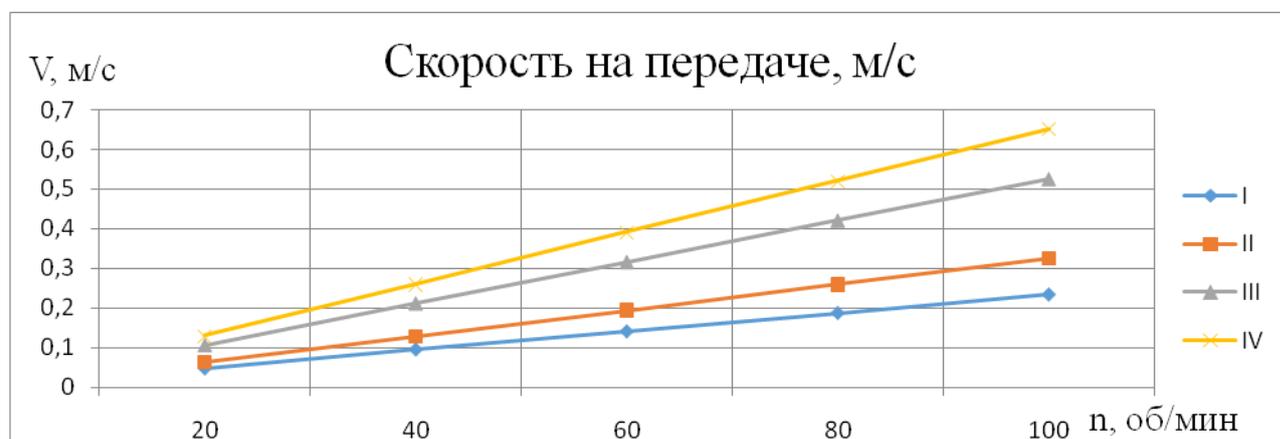


Рисунок 4 – Скорость на передаче, м/с [13]

3.3.5 Тяговый баланс автомобиля

«Уравнение тягового баланса» [13]:

$$\langle P_T = P_D + P_B + P_\Sigma \rangle [13]. \quad (3.3.26)$$

где « P_T – сила тяги ведущих колес» [13].

« P_D – сила дорожного сопротивления» [13].

« P_B – сила сопротивления воздуха» [13].

« P_Σ – сила сопротивления разгону автомобиля» [13].

«Сила тяги на ведущих колесах для каждой передачи рассчитывают по формуле» [13]:

$$\langle P_T = \frac{U_k \times U_0 \times M_e \times \eta_{тр}}{r_k} \rangle [13]. \quad (3.3.27)$$

где « U_k – передаточное число коробки передач» [13].

« M_e – величина эффективного момента двигателя (Нм)» [13].

«Сила сопротивления дороги» [13]:

$$\langle P_D = G_a \times \psi \rangle [13]. \quad (3.3.28)$$

где, « ψ – коэффициент сопротивления дороги» [13].

« $\psi = f$, т.е.» [13].

$$\langle \psi = i + f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right) \rangle [13]. \quad (3.3.29)$$

«Сила сопротивления воздуха» [13]:

$$\langle P_B = \frac{1}{2} \times C_x \times \rho \times F \times V^2 \rangle [13]. \quad (3.3.30)$$

«Рассчитаем тяговую силу на ведущих колесах автомобиля. Результаты расчетов сводим в таблицу 3» [13].

Таблица 3 - «Тяговая сила на ведущих колёсах автомобиля» [13].

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н			
	I	II	III	IV
«20	200,797527	146,135978	89,8011164	72,5102182
40	100,398764	73,0679891	44,9005582	36,2551091
60	66,8037927	48,6183158	29,8761406	24,1235918
80	50,1993818	36,5339945	22,4502791	18,1275545
100	40,1595055	29,2271956	17,9602233	14,5020436»

«Рассчитываем силу сопротивления воздуха и силу дорожного сопротивления. Результаты расчетов сводим в таблицу 4» [13].

Таблица 4 - «Значения сил сопротивления» [13].

Сила сопротивления на IV передаче, Н			
n, об/мин	P_B	P_D	P_Σ
20	0,002095665	7,2	7,202095665
40	0,008382662	7,2	7,208382662
60	0,018957836	7,2	7,218957836
80	0,033659735	7,2	7,233659735
100	0,052714542	7,2	7,252714542

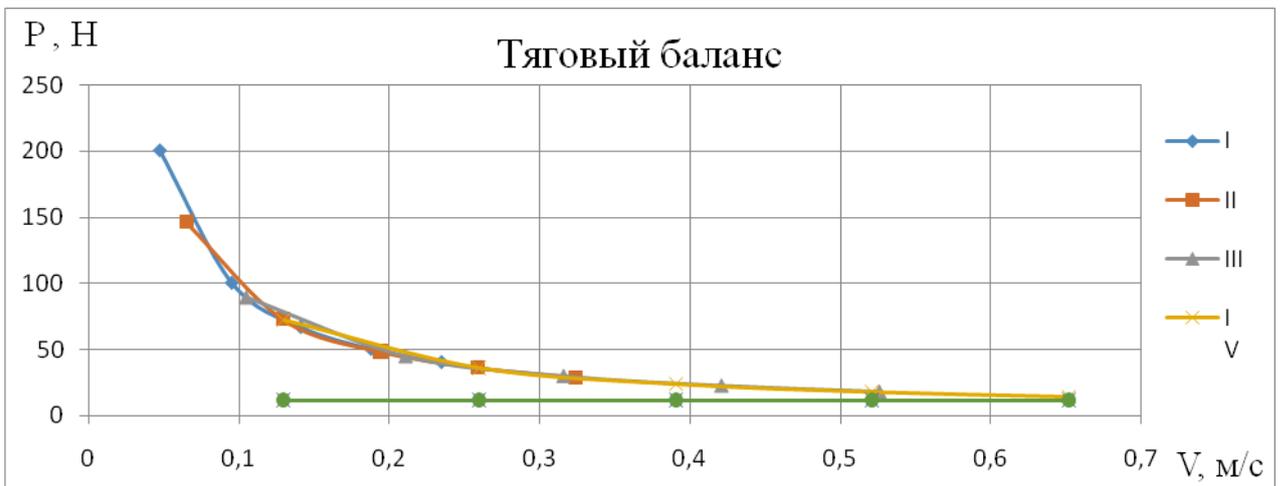


Рисунок 5 – «Тяговый баланс автомобиля» [13]

«Расчитаем сопротивление воздуха на каждой передаче и результаты расчётов сведём в таблицу 5» [13].

Таблица 5 –Сопротивление воздуха на каждой передаче [13].

I		II		III		IV	
V, м/с	P _B						
0,047	0,00027392	0,065	0,00052392	0,105	0,001367143	0,13	0,002095665
0,095	0,00111913	0,129	0,00206355	0,211	0,005520776	0,26	0,008382662
0,141	0,00246532	0,194	0,00466701	0,316	0,012382531	0,391	0,018957836
0,188	0,00438279	0,259	0,0083183	0,421	0,02197857	0,521	0,033659735
0,235	0,00684811	0,324	0,01301743	0,526	0,034308895	0,652	0,052714542

3.3.6 Динамическая характеристика автомобиля

«Динамический фактор на соответствующей передаче» [13]:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad [13]. \quad (3.3.31)$$

где « P_g – сила сопротивления воздуха» [13].

« P_m – тяговая сила на ведущих колесах автомобиля» [13].

« G_a – полный вес автомобиля» [13].

«Рассчитаем динамический фактор на каждой передаче, результаты сведем в таблицу 6 » [13].

Таблица 6 – «Динамический фактор на каждой передаче» [13].

n, об/мин	Динамический фактор D на передаче			
	I	II	III	IV
«20	0,08531531	0,06209045	0,03815437	0,03080746
40	0,04265724	0,03104446	0,01907513	0,01540061
60	0,02838274	0,02065511	0,0126886	0,01024165
80	0,02132699	0,01551913	0,0095294	0,00768779
100	0,01706018	0,0124126	0,00761641	0,00613927»

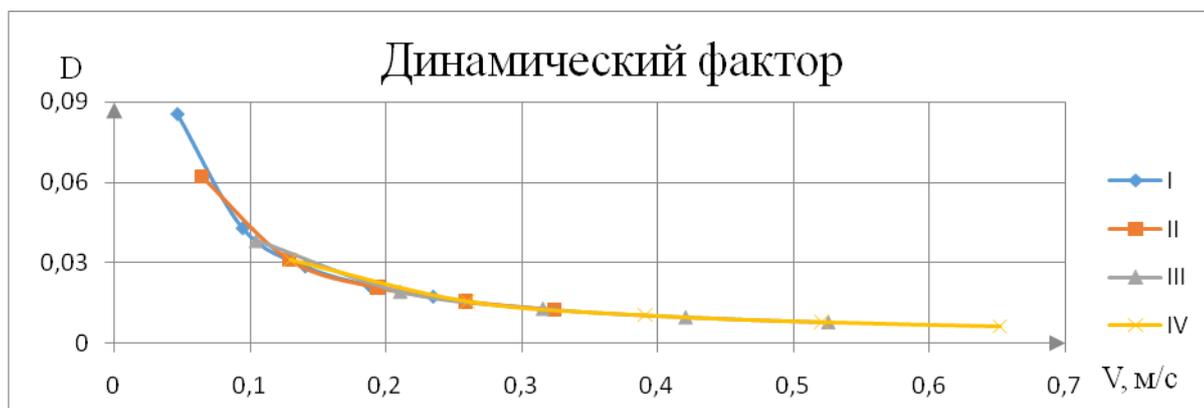


Рисунок 6 – «Динамический фактор» [13]

3.3.7 Разгон автомобиля

«Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге ($i=0$) с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия и буксования ведущих колес» [13].

«Ускорение находят из выражения» [13]:

$$\langle J = \frac{(D-f) \times g}{\delta_{вр}} \rangle [13]. \quad (3.3.32)$$

где, « $\delta_{вр}$ – коэффициент учета вращающихся масс» [13].

$$\langle \delta_{вр} = 1 + \frac{(I_M \times \eta_{тр} \times U_{тр} + I_K) \times g}{G_a \times r_K^2} \rangle [13]. \quad (3.3.33)$$

где « I_M – момент инерции вращающихся частей двигателя» [13].

« $U_{тр} = U_0 \cdot U_K$ – передаточное число трансмиссии» [13].

« I_K – суммарный момент инерции ведущих колес» [13].

«Определим коэффициент вращающихся масс по формуле» [13]:

где « $\delta_{вр}$ – коэффициент учета вращающихся масс колес принимаем равным 1» [13].

«Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче, результаты сведем в таблицу 7» [13]:

$$\langle f = f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right) \rangle [13], \quad (3.3.34)$$

$$\langle f_0 = 0,005 \rangle [13].$$

Таблица 7 – «Коэффициент сопротивления качению каждой передачи» [13].

п, об/мин	I	II	III	IV
«20	0,005	0,005	0,005	0,005
40	0,005	0,005	0,005	0,005
60	0,005	0,005	0,005	0,005
80	0,005	0,005	0,005	0,005
100	0,005	0,005	0,005	0,005»

«Рассчитаем ускорения автомобиля на каждой передаче, а результаты сведем в таблицу 8» [13].

Таблица 8 – «Ускорения автомобиля на каждой передаче» [13].

п, об/мин	I	II	III	IV
«20	0,78709001	0,55948638	0,32491285	0,25291308
40	0,36904091	0,25523569	0,13793628	0,101926
60	0,22915083	0,15342003	0,07534826	0,05136812
80	0,16000454	0,1030875	0,04438812	0,0263403
100	0,11818972	0,07264351	0,02564085	0,01116487»

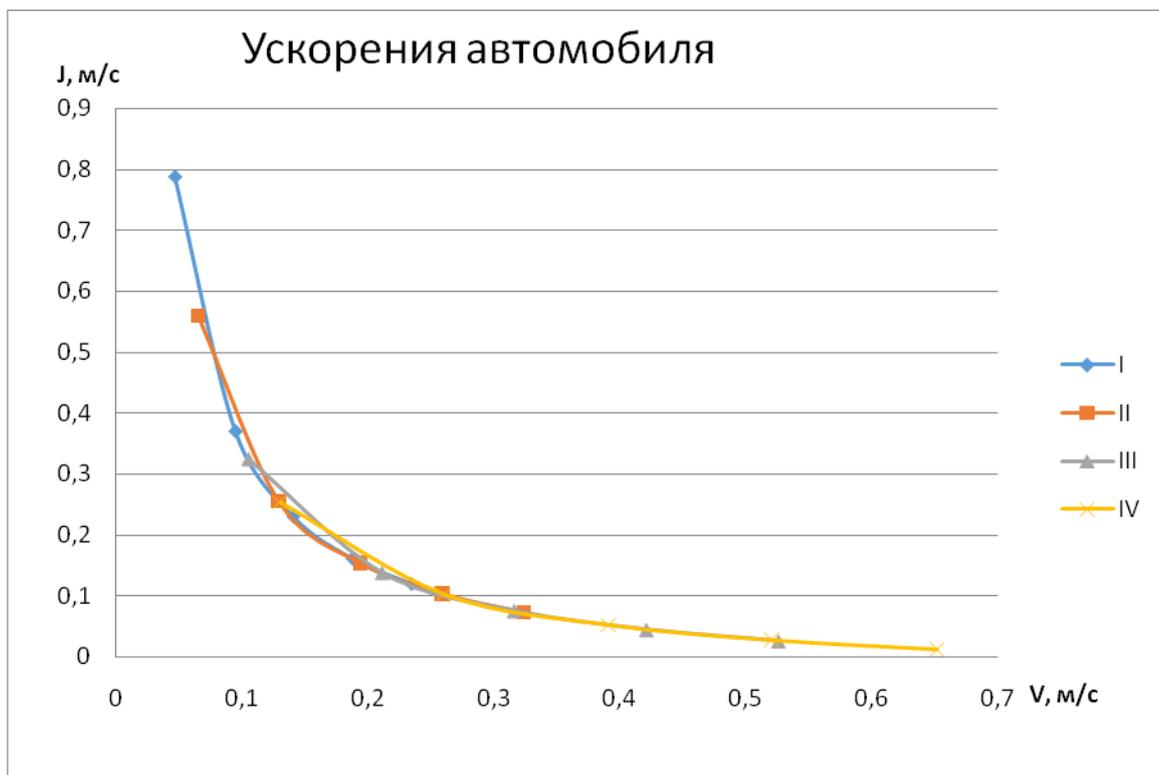


Рисунок 7 – «Ускорения автомобиля» [13]

«Рассчитаем обратные ускорения» [13]:

«Поскольку при скоростях близких к максимальной, ускорение стремится к нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью» « $V=(0,8\dots 0.9)V_{\max}$. Полученные значения сведем в таблицу 9» [9].

Таблица 9 – Обратные ускорения [13].

п, об/мин	I	II	III	IV
«20	1,270502724	1,787353618	3,077748396	3,953927606
40	2,709726647	3,917947416	7,249724129	9,8110396
60	4,363937963	6,518053739	13,27170599	19,46732568
80	6,249822742	9,700496829	22,52855049	37,96464435
100	8,460973087	13,76585483	39,00026538	89,56668805»

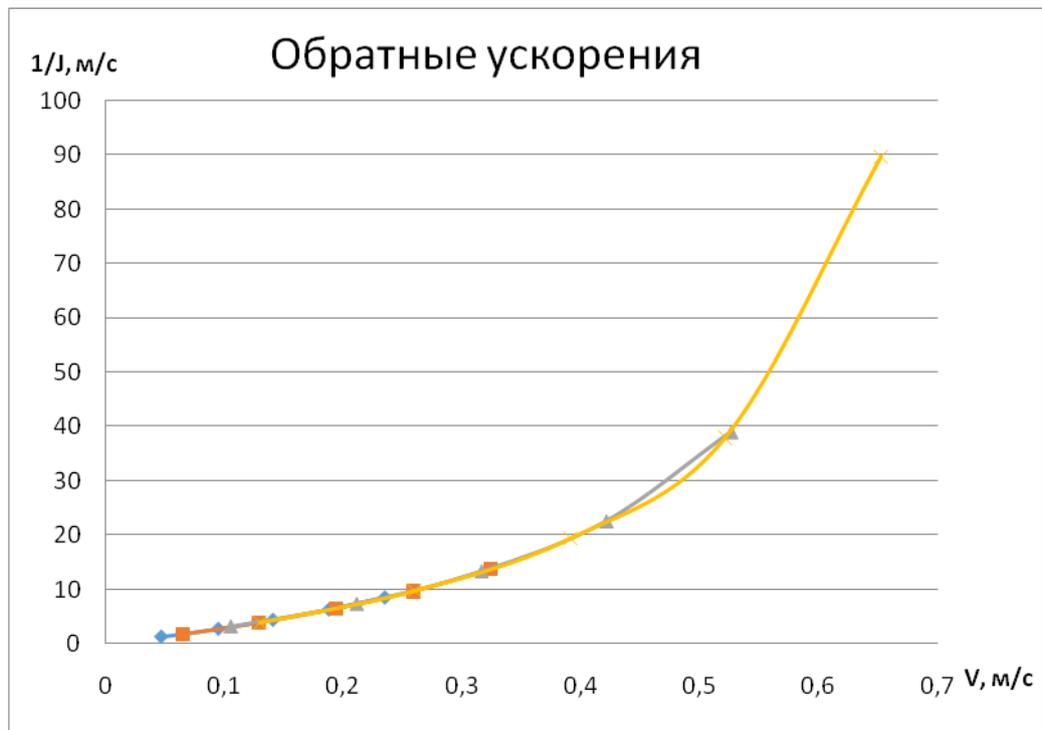


Рисунок 8 – «Обратные ускорения автомобиля» [13]

3.3.8 Время и путь разгона автомобиля

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом» [13].

«Интегрирование заменяем суммой конечных величин» [13].

$$\langle \Delta t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{j} \times dV \approx (1/j_{cp})_2 \times (V_2 - V_1) \rangle [13], \quad (3.3.35)$$

$$\langle V_{min} = 0,047 \text{ мс} \rangle [13],$$

$$\langle V_{max} = 0,652 \text{ мс} \rangle [13],$$

$$\langle 0,652 - 0,047 = 0,605 \rangle [13],$$

$$\langle 0,605 / 4 = 0,15 \rangle [13].$$

«Определим из графика обратных ускорений величину 1/J, а результаты сведем в таблицу 10» [13].

Таблица 10 - Соотношение диапазона скоростей и времени к величине $1/J$ [13].

V, м/с	t, с	1/J
«0,15	1,2	3
0,35	4,2	6
0,55	12,4	14»

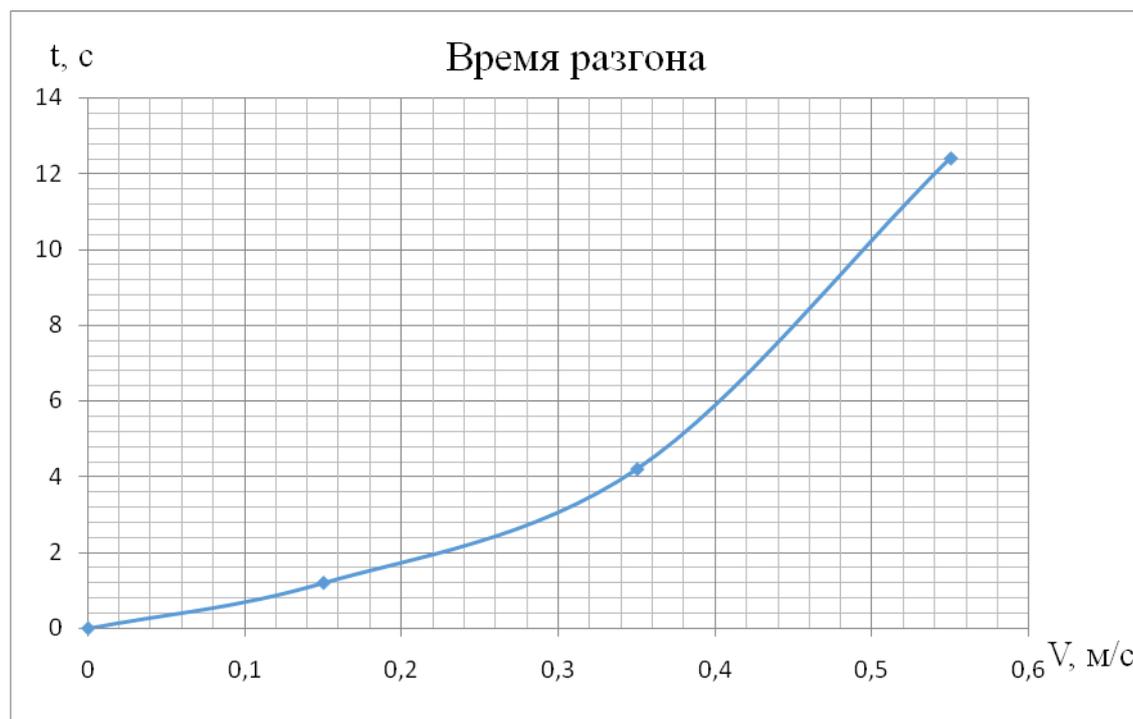


Рисунок 7 – «Путь разгона» [13]

$$\langle v_{cp} = \frac{0,15}{2} = 0,075 \text{ м/с} \rangle [13],$$

$$\langle v_{cp} = \frac{(0,35-0,15)}{2} + 0,15 = 0,25 \text{ м/с} \rangle [13],$$

$$\langle v_{cp} = \frac{(0,55-0,35)}{2} + 0,35 = 0,45 \text{ м/с} \rangle [13].$$

« t возьмем из таблицы 10» [13].

$$S = v_{cp} \cdot \Delta t [13]. \quad (3.3.36)$$

Таблица 11 - Соотношение диапазона скоростей и времени к величине S [13].

V , м/с	S , м	t , с
«0,15	1,62	1,2
0,35	2,538	4,2
0,55	6,048	12,4»

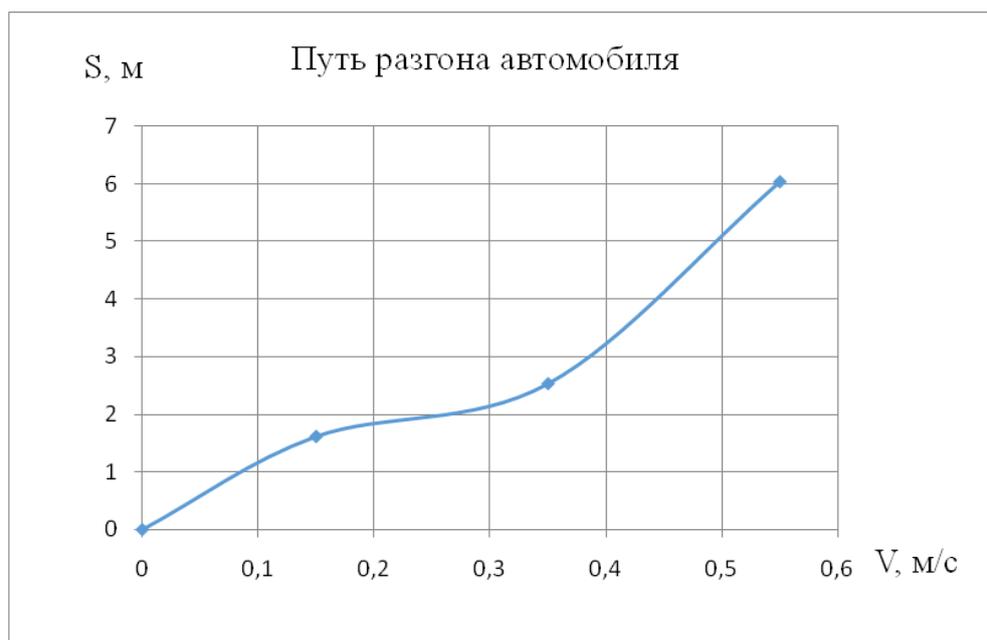


Рисунок 10 – «Путь разгона» [13]

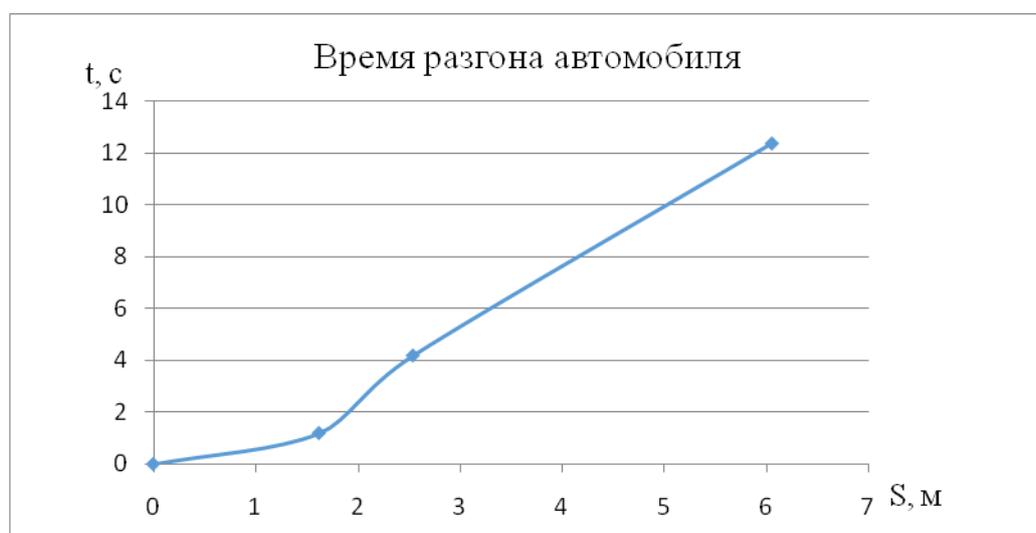


Рисунок 11 – «Время разгона» [13]

3.4 Общие сведения о цепной передаче

«Цепные передачи относят к передачам зацеплением с гибкой связью. Передача состоит из ведущей и ведомой звездочек, установленных на параллельных валах, цепи (гибкой связи), охватывающей звездочки и зацепляющейся за их зубья, и натяжного устройства» [10].

Передача, состоящая из двух звездочек, называется двухзвездной, при нескольких ведомых звездочках – многозвездной.

«В зависимости от конструктивного исполнения передачи подразделяют на закрытые и открытые. Закрытые передачи имеют сварной или литой пыленепроницаемый корпус с поддоном для смазочного масла. В большинстве случаев (более 80%) цепные передачи выполняют открытыми, а смазывание цепи осуществляется периодически» [10].

Достоинством цепных передач являются:

- возможность применения в широком диапазоне межосевых расстояний;
- постоянство среднего передаточного отношения;
- меньшие, чем у ременных передач, габариты;
- меньше, чем у ременных передач, нагрузка на валы и опоры, т. к., вследствие зацепления цепи со звездочками, отпадает необходимость в большом предварительном натяжении цепи;
- относительно высокий КПД;
- возможность передачи движения одним цепным контуром нескольким валам, в т.ч. с противоположным направлением вращения.

К недостаткам цепных передач следует отнести:

- неизбежный износ шарниров цепи, приводящий к её удлинению, провисанию и возможному проскакиванию по звездочкам, что требует применения натяжного устройства;
- наличие шума в скоростных передачах, возникающего из-за соударения звеньев цепи о зубья звездочек при входе в зацепление;

- некоторая неравномерность движения цепи, особенно при малых числах зубьев звёздочек и большом шаге цепи;
- необходимость более тщательного монтажа и технического ухода, чем для ременных передач.

3.4.1 Исходные данные

Параметры	Значения
Коэффициент полезного действия передачи КПД	0,921
Предварительное значение передаточного числа передачи	1,888
Частота вращения вала малой звездочки n_1 , об/мин	100
Мощность на приводном валу малой звездочки P_1 , кВт	5,2

3.4.2 Расчет цепной передачи

Цель расчета:

Выбор типа и шага приводной цепи, удовлетворяющей критериям работоспособности при заданных условиях эксплуатации и передаваемой нагрузки; определение геометрических размеров передачи и звездочек.

Расчет цепной передачи проводился в программе Excel

Определяем число зубьев ведущей малой звездочки:

$$Z_1 = 31 - 2 \cdot u', \quad (3.4.1)$$

$$Z_1 = 31 - 2 \cdot 1.888 = 27,224 \approx 28 \text{ шт.}$$

где Z_1 – число зубьев ведущей звездочки (округляем в большую сторону).

u' – предварительное передаточное число передачи.

Вращательный момент на валу малой звездочки:

$$T_1 = 30000 \cdot P_1 / (\pi \cdot n_1), \quad (3.4.2)$$

$$T_1 = 30000 \cdot 5,2 / (3,14 \cdot 100) = 496,6 \text{ Н*м.}$$

где T_1 – вращательный момент на валу малой звездочки.

P_1 —мощность на приводном валу малой звездочки.

n_1 —частота вращения вала малой звездочки.

Определяем число зубьев ведомой большой звездочки:

$$Z_2 = Z_1 * u', \quad (3.4.3)$$

$$Z_2 = 28 * 1,888 = 52,86 \approx 53 \text{ шт.}$$

Уточняем окончательное передаточное число передачи:

$$u = Z_2 / Z_1, \quad (3.4.4)$$

$$u = 53 / 28 = 1,893.$$

Отклонение передаточного числа от предварительного:

$$\delta = (u - u') / u' * 100, \quad (3.4.5)$$

$$\delta = (1,893 - 1,888) / 1,888 * 100 = 0,26 \text{ \%}.$$

где δ —не должна превышать 3% по модулю.

Частота вращения вала большой звездочки:

$$n_2 = n_1 / u \quad (3.4.6)$$

$$n_2 = 100 / 1,893 = 52,8 \text{ об/мин}$$

Мощность на валу большой звездочки:

$$P_2 = P_1 * \eta, \quad (3.4.7)$$

$$P_2 = 5,2 * 0,921 = 4,791 \text{ кВт.}$$

Вращательный момент на валу большой звездочки:

$$T_2 = 30000 * P_2 / (\pi * n_2), \quad (3.4.8)$$

$$T_2 = 30000 * 4,791 / (3,14 * 52,8) = 865,9 \text{ Н*м.}$$

Все значения коэффициентов назначаем в соответствии с рекомендациями.

Коэффициент условий эксплуатации передачи:

$$k_э = k_д * k_а * k_н * k_р * k_{см} * k_п, \quad (3.4.9)$$

$$k_э = 1 * 1 * 1 * 1 * 1,3 * 1 = 1,3.$$

где $k_д$ – коэффициент динамической нагрузки;

$k_а$ – коэффициент влияния длины цепи или межосевого расстояния;

$k_н$ – коэффициент расположения или наклона передачи;

$k_р$ – коэффициент регулировки натяжения цепи;

$k_{см}$ – коэффициент смазывания цепи;

$k_п$ – коэффициент режима работы;

Число рядов цепи $m=1$

Принимаем предварительное допускаемое давление в шарнирах цепи:

$$[p'] = 37 \text{ Мпа}, \quad (3.4.10)$$

$$[p] = [p'] * (1 + 0,01 * (Z_1 - 17)), \quad (3.4.11)$$

$$[p] = 37 * (1 + 0,01 * (28 - 17)) = 41,07 \text{ Мпа}.$$

Расчетный минимальный шаг цепи:

$$t' = 2,8 * \left(\frac{T_1 * k_э}{Z_1 * [p] * m} \right)^{\frac{1}{3}}, \quad (3.4.12)$$

$$t' = 2,8 * \left(\frac{496,6 * 1,3}{28 * 41,1 * 1} \right)^{\frac{1}{3}} = 23,098.$$

Принимаем шаг цепи за известный $t = 12,7$ мм.

Не учитываем высокое расчетное давление в шарнирах цепи, так как наше транспортное средство используется раз в году.

Линейная скорость цепи:

$$V = Z_1 * t * n_1 / 60000, \quad (3.4.13)$$

$$V = 28 * 12,7 * 100 / 60000 = 0,59 \text{ м/с.}$$

Окружная сила:

$$F_t = P_1 * 1000 / V, \quad (3.4.14)$$

$$F_t = 5,2 * 1000 / 0,6 = 8773,9 \text{ Н.}$$

Минимальное рекомендуемое межцентровое расстояние:

$$a_{\min} = 30 * t, \quad (3.4.15)$$

$$a_{\min} = 30 * 12,7 = 381 \text{ мм.}$$

Максимальное рекомендуемое межцентровое расстояние:

$$a_{\max} = 50 * t, \quad (3.4.16)$$

$$a_{\max} = 50 * 12,7 = 635 \text{ мм.}$$

Принимаем предварительное межцентровое расстояние передачи $a' = 470 \text{ мм}$ ($\min < a < \max$).

Расчетное число звеньев цепи:

$$L'_t = \frac{2 * a'}{t} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2 / \frac{a'}{t}, \quad (3.4.17)$$

$$L'_t = \frac{2 * 470}{12,7} + \frac{28 + 53}{2} + \frac{\left(\frac{53 - 28}{2 * 3,14} \right)^2}{\frac{470}{12,7}} = 114,9 \text{ шт.}$$

Делительный диаметр ведущей звездочки:

$$d_1 = \frac{t}{\sin\left(\frac{\pi}{Z_1}\right)}, \quad (3.4.18)$$

$$d_1 = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{3,14}{28}\right)} = 113,4 \text{ мм.}$$

Делительный диаметр ведущей звездочки:

$$d_2 = \frac{t}{\sin\left(\frac{\pi}{z_2}\right)}, \quad (3.4.19)$$

$$d_2 = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{3,14}{53}\right)} = 214,4 \text{ мм.} \quad (3.4.36)$$

Рассчитанные результаты цепной передачи сведены в таблицу 12

Таблица 12 - Расчет цепной передачи

Проектировочный расчет роликковой цепной передачи				
1	Коэффициент полезного действия передачи	КПД=	0,921	-
2	Передаточное число передачи (предварительно)	$u' =$	1,888	-
3	Частота вращения вала малой звездочки	$n_1 =$	100,0	об/мин
4	Мощность на приводном валу малой звездочки	$P_1 =$	5,200	кВт
5	Число зубьев ведущей малой звездочки	$z_1 =$	28	шт
6	Вращательный момент на валу малой звездочки	$T_1 =$	496,6	Н*м
7	Число зубьев ведомой большой звездочки	$z_2 =$	53	шт
8	Передаточное число передачи (окончательно)	$u =$	1,893	-
9	Отклонение передаточного числа от предварительного	$\Delta =$	0,26	%
10	Частота вращения вала большой звездочки	$n_2 =$	52,8	об/мин
11	Мощность на валу большой звездочки	$P_2 =$	4,791	кВт
12	Вращательный момент на валу большой звездочки	$T_2 =$	865,9	Н*м
13	Динамический коэффициент	$k_d =$	1,00	-
14	Коэффициент межосевого расстояния передачи	$k_a =$	1,00	-
15	Коэффициент наклона оси передачи к горизонту	$k_n =$	1,00	-
16	Коэффициент регулировки натяжения цепи	$k_p =$	1,00	-
17	Коэффициент способа смазки цепи	$k_{см} =$	1,30	-
18	Коэффициент периодичности работы передачи	$k_{п} =$	1,00	-
19	Коэффициент условий эксплуатации передачи	$k_{э} =$	1,30	-
20	Число рядов цепи	$m =$	1	шт
21	Допускаемое давление в шарнирах цепи (при $z_1=17$)	$[p'] =$	37,0	МПа
22	Допускаемое давление в шарнирах цепи	$[p] =$	41,1	МПа
23	Расчетный минимальный шаг цепи	$t' =$	23,098	мм
24	Шаг цепи	$t =$	12,700	мм
25	Площадь проекции шарнира цепи	$A =$	39,6	мм ²
26	Линейная скорость цепи	$v =$	0,6	м/с
27	Окружная сила	$F_t =$	8 773,9	Н
28	Расчетное давление в шарнирах цепи	$p =$	288	МПа
29	Необходимо вернуться к п.20, так как $p > [p]!!!$			
30	Минимальное межцентровое расстояние передачи	$a_{min} =$	381	мм
31	Максимальное межцентровое расстояние передачи	$a_{max} =$	635	мм
32	Межцентровое расстояние передачи (предварительно)	$a' =$	470	мм
33	Расчетное число звеньев цепи	$L_t' =$	114,9	шт
34	Число звеньев цепи	$L_t =$	115	шт
35	Межцентровое расстояние передачи (окончательно)	$a =$	468	мм
36	Делительный диаметр ведущей малой звездочки	$d_1 =$	113,4	мм
37	Делительный диаметр ведомой большой звездочки	$d_2 =$	214,4	мм

3.4.3 Расчет звездочки цепной передачи

Расчет ведущей звездочки цепной передачи производился в программе Excel. Расчет ведущей звездочки сведен в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет ведущей звездочки цепной передачи.

Расчет ведущей звездочки цепной передачи				
Исходные данные		Обозначения	Значения	Ед. изм.
1	Число зубьев звездочки	$z=$	28	шт
2	Цепь по ГОСТ 13568-97	ПР-12,7-18,2		
Параметры цепи		Обозначения	Значения	Ед. изм.
3	Шаг	$t=$	12,700	мм
4	Расстояние между внутренними пластинами	$b_1=$	7,750	мм
5	Наружный диаметр ролика или втулки	$d_1=$	8,510	мм
6	Расстояние между осями рядов	$A=$	0,000	мм
7	Ширина внутренней пластины	$h=$	11,800	мм
8	Число рядов цепи	$n=$	1	шт
Фронтальный профиль зуба		Обозначения	Значения	Ед. изм.
9	Геометрическая характеристика зацепления	$\lambda=$	1,492	-
10	Коэффициент высоты зуба	$K=$	0,480	-
11	Угол между осью впадины и осью зуба	$\gamma=$	6,428571	°
12	Диаметр окружности выступов	$D_e=$	118,812	мм
13	Диаметр делительной окружности	$d_d=$	113,429	мм
14	Диаметр окружности впадин	$D_i=$	104,776	мм
15	Смещение центра дуги впадины от оси	$e/2=$	0,191	мм
16	Радиус впадин	$r=$	4,326	мм
17	Половина угла дуги впадины	$\alpha=$	52,857143	°
18	Радиус сопряжения	$r_1=$	11,134	мм
19	Угол сопряжения	$\beta=$	16,000000	°
20	Прямой участок профиля	$FG=$	0,804	мм
21	Половина угла зуба	$\varphi=$	14,714286	°
22	Радиус головки зуба	$r_2=$	5,616	мм
Поперечный профиль зуба		Обозначения	Значения	Ед. изм.
23	Ширина зуба	$b_n=$	7,058	мм
24	Ширина венца	$B_n=$	7,058	мм
25	Наибольший диаметр обода	$D_e=$	97,376	мм
26	Наименьший радиус закругления зуба	$r_3=$	14,467	мм
27	Координата центров дуг скруглений	$h_3=$	6,808	мм
28	Радиус закругления	$r_4=$	1,600	мм

Расчет ведомой звездочки цепной передачи производился в программе Excel. Расчет ведомой звездочки сведен в таблицу 14.

Таблица 14 – Расчет ведомой звездочки цепной передачи.

Расчет ведомой звездочки цепной передачи				
Исходные данные		Обозначения	Значения	Ед. изм.
1	Число зубьев звездочки	$z=$	53	шт
2	Цепь по ГОСТ 13568-97	ПР-12,7-18,2		
Параметры цепи		Обозначения	Значения	Ед. изм.
3	Шаг	$t=$	12,700	мм
4	Расстояние между внутренними пластинами	$b_1=$	7,750	мм
5	Наружный диаметр ролика или втулки	$d_1=$	8,510	мм
6	Расстояние между осями рядов	$A=$	0,000	мм
7	Ширина внутренней пластины	$h=$	11,800	мм
8	Число рядов цепи	$p=$	1	шт
Фронтальный профиль зуба		Обозначения	Значения	Ед. изм.
9	Геометрическая характеристика зацепления	$\lambda=$	1,492	-
10	Коэффициент высоты зуба	$K=$	0,480	-
11	Угол между осью впадины и осью зуба	$\gamma=$	3,396226	°
12	Диаметр окружности выступов	$D_e=$	220,099	мм
13	Диаметр делительной окружности	$d_d=$	214,380	мм
14	Диаметр окружности впадин	$D_i=$	205,727	мм
15	Смещение центра дуги впадины от оси	$e/2=$	0,191	мм
16	Радиус впадин	$r=$	4,326	мм
17	Половина угла дуги впадины	$\alpha=$	53,867925	°
18	Радиус сопряжения	$r_1=$	11,134	мм
19	Угол сопряжения	$\beta=$	16,943396	°
20	Прямой участок профиля	$FG=$	0,888	мм
21	Половина угла зуба	$\varphi=$	15,792453	°
22	Радиус головки зуба	$r_2=$	5,532	мм
Поперечный профиль зуба		Обозначения	Значения	Ед. изм.
23	Ширина зуба	$b_n=$	7,058	мм
24	Ширина венца	$B_n=$	7,058	мм
25	Наибольший диаметр обода	$D_c=$	198,663	мм
26	Наименьший радиус закругления зуба	$r_3=$	14,467	мм
27	Координата центров дуг скруглений	$h_3=$	6,808	мм
28	Радиус закругления	$r_4=$	1,600	мм

4 Обеспечение безопасности при эксплуатации транспортного средства унимото

«Унимото»- соревнования, охватывающие страны всего мира. Он связывает и объединяет людей, занимающихся одним любимым делом. 1990 год стал первым годом организации American National Unimotorcyclists Society (A.N.U.S.) – американской ассоциации унимотоциклистов. Также «Особую популярность гонки приобрели, в Бельгии и Голландии. В 2003 году соревнования в Швейцарии были официально объявлены чемпионатом мира. В 2003 году Русские энтузиасты из тольяттинского мото клуба «Дивизион» совершили – поездку на зимний мотослет Elefantentreffen в Германию. Где им удалось успешно удивить публику своим выступлением.

Характерной чертой «Унимото» является то, что все болиды сконструированы с использованием лишь только одного колеса и лыж. Где участники должны выиграть не только в динамических дисциплинах, но и в своих творческих решениях.

Уницикл должен быть построен в соответствии с регламентом ежегодного мотослета унимото. Обеспечение безопасности при построении болида и проведении соревнований является основной целью.

4.1 Техническая инспекция

Как прописано в регламенте ежегодного мотослета унимото «Snow Dogs» в разделе 7. Унимото участников. Каждое Унимото должно иметь средства безопасности такие как:

1. Колесо и система приводов должны быть закрыты защитными кофрами.
2. Наличие тормозной системы обязательно.
3. Наличие системы «стоп-двигатель» обязательно.
- 3.1 Наличие аварийного клапана сброса давления обязательно.

3.2 Наличие ручного крана аварийного сброса давления обязательно, в том числе с тросовым приводом крана аварийного сброса давления при падении унимоциклиста.

4. Наличие кожуха вокруг котла обязательно.

Разберем все пункты отдельно на примере рассматриваемого нами унимото.

На рисунке 10 представлен общий вид болида «Унимото».



Рисунок 12 – Общий вид

4.1.1 Колесо и система приводов должны быть закрыты защитными кожухами

Колесо и системы приводов закрываются защитными кожухами для того чтобы предотвратить зацепление унимоциклиста за движущиеся детали болида, которые могут привести к его травме. В нашем случае колесо зарыто кожухом из тонкого листа металла, а движущиеся части приводов находятся внутри силовой рамы.

В задней части болида расположено сиденье с высокой спинкой для более удобного расположения пилота на месте, что позволяет ему увереннее управлять болидом и защищает его от падений.

На рисунке 11 представлена защитная кофра, которая обеспечивает безопасность пилота.



Рисунок 13 – Защитная кофра колеса

4.1.2 Тормозная система

На рассматриваемом нами «Унимото» установлена механическая тормозная система, которая приводится в действие нажатием ноги на педаль, через привод грабля, которая за счет зубьев зацепляется за лед и происходит торможение.

Тормозная система находится сзади болида, что позволяет избежать травм водителя, за счет своего расположения.

На рисунке 12 показана тормозная система болида «Унимото».



Рисунок 14 – Тормозная система

4.1.3 Система «стоп-двигатель»

Система стоп-двигатель состоит из крана, перекрывающего поток давления по трубопроводу от котла к рабочему цилиндру. На ручке крана установлен трос, который крепится к руке водителя, и в случае падения с унимото кран перекрывается и дальнейшее движение болида прекращается.

Так же имеется ручной кран сброса давления, который, при открытии выпускает давление из котла в окружающую среду.

Перед сбросом рекомендуется надеть перчатки, для предотвращения обжигания рук. Находиться перед сбросом нужно с обратной стороны спускной волны.

На рисунке 13 представлены краны, перекрывающие подачу давления к рабочему цилиндру.



Рисунок 15 – Кран сброса давления

4.1.4 Кожух вокруг котла

Кожух предназначен для предотвращения ожогов об горячую часть котла, нагревающегося при сгорании горючих элементов в камере сгорания. Он выполнен из листа металла, плотно не прилегающего к котлу для циркуляции воздуха.

На рисунке 14 представлен кожух, отделяющий горячую часть котла.



Рисунок 16 – Кожух котла

5 Экономическая часть

5.1 Цель проекта

Разрабатываемый в рамках дипломного проекта спортивный снаряд класса «Унимото» является специализированным спортивным транспортным средством, создаваемым для участия в гонках соответствующего класса. В ходе выступлений, конструкция снаряда подвергалась модернизациям, результатом которых явилась итоговая концепция, реализуемая при выполнении данной выпускной квалификационной работы. В частности, модернизация коснулась системы трансмиссии снаряда класса «Унимото», с целью ее упрощения и облегчения общей массы, при сохранении функционала и возможности выбора передаточного числа трансмиссии при старте.

Основной особенностью модернизируемой конструкции трансмиссии унимото будут являться следующие вносимые изменения:

1. Перевод привода на цепную передачу с целью облегчения конструкции снаряда;
2. Установка четырехступенчатой коробки передач вместо спаренных редукторов с переменным передаточным числом.

Таблица 15 – Анализ влияния вносимых конструктивных изменений на себестоимость конструкции

Вносимые в конструкцию спортивного снаряда изменения	Влияние изменений на стоимость спортивного снаряда	Влияние изменений на технические характеристики спортивного снаряда
Применение цепной передачи в приводе колеса	Уменьшение себестоимости за счет применения более дешевых комплектующих	Уменьшение массы спортивного снаряда. Уменьшение неподрессоренных масс колеса
Установка четырехступенчатой коробки передач	Уменьшение себестоимости за счет применения более дешевых комплектующих	Улучшение динамических характеристик. Снижение массы снаряда

Поскольку предполагается использование спортивного снаряда исключительно в рамках соревнований, изменениями в сфере эксплуатации возможно пренебречь, как не влияющими на целесообразность разработки и использования конструкции спортивного снаряда.

5.2 Перечень стадий и этапов выполнения НИОКР

Расчет длительности НИОКР производится исходя из оценки длительности каждого из этапов по максимальному и минимальному значению. Исходя из этих значений, определяется ожидаемая длительность этапа:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{минi} - 2t_{маxi}}{5}, \text{ чел-дн} \quad (5.1)$$

где $t_{минi}$ - минимальная трудоемкость i -го этапа

$t_{маxi}$ - максимальная трудоемкость i -го этапа.

Зная ожидаемую длительность каждого из этапов и количество задействованных работников, возможно рассчитать длительность этапа:

$$T_{эti} = \frac{t_{ожi}}{\tau_i}, \quad (5.2)$$

где τ_i – количество задействованных работников.

Общая продолжительность НИОКР определяется суммированием длительности всех этапов:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_{эti}. \quad (5.3)$$

Таблица 16-Трудоемкость НИОКР

№ стадии	Наименование стадий	№ этапа	Содержание работы	Трудоемкость,				Персонал, чел.
				чел /дн.				
				T _{min}	T _{max}	T _{ож}	T _i	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Этап ознакомления и подготовки к проведению НИОКР	1.1.	Планирование работ НИОКР	1	3	2	2	1
		1.2.	Предварительные сметные расчеты	2	4	3	3	1
		1.3.	Сбор и анализ материала по наработкам в области планируемого НИОКР	2	4	3	3	1
		1.4.	Оценка технологического уровня готовности производства	1	2	1	1	1
		1.5.	Анализ проведенных работ по трансмиссии	2	3	2	2	1
2.	Конструкторско-технологическая проработка проекта	2.1.	Конструкторская проработка спортивного снаряда	7	10	8	4	2
		2.2.	Общеконструкторские расчеты	5	7	6	6	1
		2.3.	Прочностные расчеты узлов и деталей	5	7	6	6	1
		2.4.	Изготовление опытного образца с модернизированной трансмиссией	20	23	21	7	3
		2.5.	Разработка испытаний	1	2	1	1	1
3.	Экспериментально-аналитическая часть	3.1.	Проведение натурных испытаний	12	15	13	7	2
		3.2.	Проведение анализа на основе полученных результатов	2	5	3	2	2

Продолжение таблицы 16

		3.3.	Формулировка рекомендаций по результатам проведенных испытаний	1	3	2	2	1
4.	Оформление отчета о проделанной работе	4.1.	Оформление отчета о проделанной работе	3	5	4	2	2
		4.2.	Расчет экономического эффекта	1	2	1	1	1
		4.3.	Анализ перспектив использования	1	1	1	1	1
		4.4.	Прочее	2	2	2	2	1
ИТОГО							52	

Табелирование проводимых работ производится исходя из длительности каждого этапа и числа задействованных исполнителей. Результаты табелирования сводятся в таблицу 16 и таблицу 17.

Таблица 17 – Табелирование НИОКР по этапам проведения

№ Этапа	Численность исполнителей				Т _{эгі}	Т _Σ
	Руководитель проекта	Студент 1	Студент 2	Всего		
1.1.	1			1	2	52
1.2.			1	1	3	
1.3.		1		1	3	
1.4.			1	1	1	
1.5.		1		1	2	
2.1.	1		1	2	4	
2.2.		1		1	6	
2.3.			1	1	6	
2.4.	1	1	1	3	7	
2.5.		1		1	1	
3.1.	1		1	2	7	
3.2.		1	1	2	2	
3.3.		1		1	2	
4.1.	1	1		2	2	
4.2.			1	1	1	
4.3.		1		1	1	
4.4.			1	1	2	

Таблица 18- Табелирование НИОКР по исполнителям

№ Этапа	Исполнитель		
	Руководитель проекта	Студент 1	Студент 2
1.1.	2	0	0
1.2.	0	0	3
1.3.	0	3	0
1.4.	0	0	1
1.5.	0	2	0
2.1.	4	0	4
2.2.	0	6	0
2.3.	0	0	6
2.4.	7	7	7
2.5.	0	1	0
3.1.	7	0	7
3.2.	0	2	2
3.3.	0	2	0
4.1.	2	2	0
4.2.	0	0	1
4.3.	0	1	0
4.4.	0	0	2
ИТОГО	22	26	33

5.3 Расчет затрат на проведение НИОКР

Расчет расходов на заработную плату научного и производственного персонала (НИиОКР). Рассчитаем годовой эффективный фонд времени

$$F_{\text{эф}} = F_{\text{раб.}} * q * n, \text{ чел-час} \quad (5.4)$$

где $F_{\text{раб.}}$ - число рабочих дней в году, $F_{\text{раб}} = 254$;

q - количество часов в смену, $q = 8$;

n - количество рабочих смен в день, $n = 1$.

$$F_{\text{эф}} = 254 * 8 * 1 = 2032 \text{ чел-час}$$

Число рабочих дней в месяц рассчитывается из эффективного фонда времени:

$$D = F_{\text{эф}} / 12 * q, \text{ дн.} \quad (5.5)$$

$$Д = 2032 / 12 * 8 = 21 \text{ дн}$$

Расчет времени работы каждого исполнителя представим в таблице 4.
Расчет ведется по формуле:

$$К_{исп.i} = F_i / Д, \text{ мес.} \quad (5.6)$$

где: F_i – количество отработанных исполнителем дней, взятым согласно табеля

Таблица 19 – Расчет времени, отработанного каждым исполнителем

Значения	Исполнитель		
	Руководитель проекта	Студент 1	Студент 2
F_i , дней	22	26	33
Д, дней	21	21	21
$К_{исп.i}$, мес	1,05	1,24	1,57

Исходя из отработанного времени каждым исполнителем, рассчитаем сумму заработной платы, исходя из оплаты по фиксированному окладу каждому исполнителю:

$$З_{итр.} = К_{исп.i} * Окл. * N, \quad (5.7)$$

где $К_{исп.i}$ – отработанное время, мес.

Окл. – оклад, руб.

N – штатная численность, чел.

Расчет заработной платы представим в таблице 20.

Таблица 20 – Заработная плата исполнителей НИОКР

Должность	Штатная численность, чел	Оклад, руб.	Отработанное время, мес	Заработная плата, руб
Руководитель проекта	1	22500	1,05	23571,4
Студент 1	1	6500	1,24	8047,6
Студент 2	1	6500	1,57	10214,3
Итого				41833,3

«Заработная плата производственных рабочих, задействованных при проведении отдельных видов работ, также учитывается. Рабочие будут задействованы на операциях металлообработки при создании опытного образца, и на операции сварки. расчет заработной платы производственных рабочих производится по формуле :

$$\text{Зпр.тар.} = \sum(\text{Ст}_i * q * t_i), \text{ руб.} \quad (5.8)$$

где Ст_i - тарифная ставка $i^{\text{го}}$ рабочего;

q - продолжительность рабочего дня, час;

t_i – количество задействованного времени рабочих, дн.

Расчет заработной платы представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Заработная плата рабочих

Разряд рабочего	Тарифная ставка, Ст_i , руб.	Длительность смены, q час.	Время занятости, $t_{i,\text{дн}}$	Заработная плата, руб.
Слесарь 5-го раз.	101,87	8	2	1629,92
Слесарь 6-го раз.	106,31	8	4	3401,92
Итого				5031,84

Основная заработная плата:

$$\text{Зосн.} = \text{Зпр.тар.} * (1 + \text{Кпр.}) \text{ руб.}, \quad (5.9)$$

где: K_{np} - коэффициент премирования, 35%

$$Z_{осн.} = 5031.84 * (1 + 0.35) = 6792,98 \text{ руб}$$

Расчет дополнительной заработной платы производственных рабочих:

$$Z_{доп.} = Z_{осн.} * K_{вып.}, \text{ руб.}, \quad (5.10)$$

где : $K_{вып.}$ - коэффициент выполнения норм, 10%

$$Z_{доп.} = 6792.98 * 0.1 = 679.30 \text{ руб}$$

Расчет заработной платы всех исполнителей:

$$Z_{исп.} = Z_{итр.} + Z_{осн.} + Z_{доп.}, \text{ руб.} \quad (5.11)$$

$$Z_{исп.} = 41833.3 + 6792.98 + 679.30 = 49305,58 \text{ руб.}$$

Единые социальные отчисления:

$$C_{соц.} = Z_{исп.} * K_{соц.}, \text{ руб.} \quad (5.12)$$

$$C_{соц.} = 49305,58 * 0.30 = 14791,67 \text{ руб.}$$

где $K_{соц.}$ – отчисления в единый социальный фонд, 30%» [5]

Произведем расчет затрат на электроэнергию при проведении НИОКР, представив результат в таблице 7:

$$C_{эл} = N_y * K_{исп} * T_{м.і.} * n * (Ц_{эл.}/60) * K_{заг}, \quad (5.13)$$

где: N_y - мощность оборудования, кВт;

$K_{исп}$ – коэффициент учета времени использования вида оборудования в процессе работ;

$K_{заг}$ – коэффициент учета загрузки мощности оборудования;

$T_{м.і.}$ – машинное время работы $i^{го}$ оборудования на один эксперимент

$Ц_{эл.}$ – цена одного кВт*ч

n – количество экспериментов

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию при проведении НИОКР

Наименование оборудования	N_y , кВт	$K_{заг}$	$K_{исп.}$	$T_{м.б}$ мин	n	Цэл., руб.	Сэл, руб
Измерительный комплекс СК-01	0,25	0,98	0,95	15	120	4,04	28,2
Компьютер рабочий	0,55		0,65	18240			430,3
Ноутбук	0,3		0,7	3360			46,6
Итого:							505,1

«Расчет амортизационных отчислений.

$$\sum C_{ам} = \frac{C_{об.} * N_{ам.} * T_{м.б.}}{F_{обор.} * 100}, \text{руб.} \quad (5.14)$$

где: $F_{обор.}$ – годовой эффективный фонд времени работы оборудования:

$$F_{обор.} = F_{раб.} * q * K_{загр.} \quad (5.15)$$

$$F_{обор.} = 254 * 8 * 0,98 = 1991,4$$

$N_{ам}$ - амортизационные отчисления

$C_{об}$ - первоначальная стоимость оборудования с учетом транспортировки и монтажа;

$T_{м.б.}$ – общее время работы оборудования;

$F_{раб.}$ – число рабочих дней в году;

q – продолжительность смены, час

$K_{загр.}$ – коэффициент использования работы оборудования

Добор. – суммарное время работы оборудования, дней» [5]

Таблица 23 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	С _{об} , руб	Кзаг.	Н _{ам}	Т _м , дн	Фобор, час	С _{ам} , руб
Измерительный комплекс СК-01	120000	0,98	10,5	1,25	1991,4	7,75
Компьютер рабочий	65000		18,2	12,67	1991,4	73,74
Ноутбук	45000		18,2	2,33	1991,4	9,40
Итого:						90,90

Расчет накладных расходов:

$$С_{накл.} = Зисп. * К_{накл.}, \text{ руб.}, \quad (5.16)$$

где: $K_{накл}$ - коэффициент накладных расходов, 35%

$$С_{накл.} = 49305,58 * 0,35 = 17256,95 \text{ руб}$$

Таблица 24 – Затраты на проведение НИОКР

Статьи	Сумма, руб.
Текущие затраты, Ктек.	
Материальные затраты, в т. ч.:	505,06
- энергоносителей	505,06
Фонд оплаты труда исполнителей	49305,58
Отчисления в единый социальный фонд	14791,67
Амортизационные отчисления	90,90
Накладные расходы	17256,95
Итого:	82455,21
Капитальные затраты, Ккап.	
Стоимость приобретенного оборудования	230000
Расходы на транспортировку и монтаж	11500
Итого:	241500
Всего предпроизводственных затрат, Спредпр.:	323955,21

5.4 Расчет затрат на производство изделия

Проектируемый спортивный снаряд класса «Унимото» изготавливается в единичном экземпляре, поэтому рассчитывается только цеховая себестоимость изготовления усовершенствованной трансмиссии снаряда.

«Себестоимость изготовления рассчитывается по формуле:

$$C_{\Pi}^{\text{н}} = C_{\Pi}^{\text{б}} + \Sigma C_{\Pi}^{\text{нов}} + \Sigma C_{\Pi}^{\text{изм}} + \Sigma C_{\Pi}^{\text{пок}} - \Sigma C_{\Pi}^{\text{нен}} \quad (5.17)$$

где $C_{\Pi}^{\text{б}}$ - себестоимость изготовления базовой конструкции;

$\Sigma C_{\Pi}^{\text{нов}}$ - суммарная себестоимость изготовления новых деталей;

$\Sigma C_{\Pi}^{\text{изм}}$ - суммарная себестоимость изготовления изменённых деталей

$\Sigma C_{\Pi}^{\text{пок}}$ - суммарная себестоимость покупных изделий в новой конструкции;

$\Sigma C_{\Pi}^{\text{нен}}$ - суммарная себестоимость изготовления деталей базовой конструкции, не применяемых в проектируемой» [5]

Расчет себестоимости Унимото производится исходя из стоимости его комплектующих. Расчет затрат на покупные изделия приводится в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет затрат на покупные изделия

Покупные изделия	Количество	Цена, руб	Стоимость, руб.
Кронштейн редуктора в сборе	1	2003,52	2003,52
Карданный вал	1	303,9	303,9
Кронштейн патрубка	1	153,4	153,4
Редуктор главной передачи	1	910	910
Трубка тормозного контура	2	246,24	492,48
Болт 170060282	6	20,76	124,56
Гайка 170042139	6	5,7	34,2
Стальная гайка опоры с резиновой прокладкой в сборе	6	42,07	252,42
Редуктор	1	5981	5981
Колесо ИМЗ	1	450	450
Рулевая поперечина	1	220	220
Кран трехходовой	1	350	350
Рама ИМЗ	1	950	950
ИТОГО			12225,48

Затраты на материалы приводятся в таблице 26.

Таблица 26 – Затраты на материалы

Материалы, ед. изм	Количество	Цена, руб	Стоимость, руб.
	6	60	360
Труба профильная 25x40x2,0, пог.м			
Лист 3мм, сталь 20, кв.м	0,15	1200	180
ИТОГО			540

Трудовые затраты складываются из производства сварочных и сборочных работ. Себестоимость их производства приводится в таблице 27

Таблица 27 – Себестоимость производства

	Тарифная ставка,	Время занятости,	Заработная плата,
Разряд рабочего	См., руб.	t _{дн}	Руб.
1. Сварщик 5-го раз.	101,87	1,7	173,18
2. Слесарь 6-го раз.	106,31	3,16	335,94
Итого			509,12

В расчете не учитывается конечная цена конструкции, поскольку изготовленный спортивный снаряд не предназначен для продажи сторонним лицам и организациям.

5.5 Расчёт суммарной себестоимости изготовления ненужных деталей

Таблица 28 - Ненужные детали в проектируемой подвеске

Сборочные единицы, детали	Стоимость, руб.
Кронштейн редуктора в сборе	2003,52
Карданный вал	303,9
Кронштейн патрубка	153,4
Редуктор главной передачи	910
Трубка тормозного контура	492,47
Болт 170060282 (6 шт)	124,6
Гайка 170042139 (6 шт)	34,21
Стальная гайка опоры с резиновой прокладкой в сборе	168,27
Редуктор	5981
$\Sigma C_{\text{п}}^{\text{нен}}$	10171,87

5.6 Расчёт себестоимости изготовления изменённых деталей

Таблица 29 - Изменённые детали

Деталь	База			Проект		
	Ст-ть, руб.	Вес, кг.	Материал	Ст-ть, руб.	Вес, кг.	Материал
Пластина коробки передач	1884,9	3,3	30ХН	1947,7	3,1	30ХГС А
Кронштейн в сборе	1380,32	3,15	-/-	1687,1	3,2	30ХГС А

«Себестоимость изменённых деталей определяется по формуле:

$$C_{п}^{изм} = ((C_{б} \cdot Q_{пр}) / Q_{б}) \cdot K_{попр}. \quad (5.18)$$

где $C_{б}$ – себестоимость базового узла;

$C_{пр}$ – масса проектируемого узла;

$Q_{б}$ – масса базового узла;

$K_{попр}$ – коэффициент поправочный, учитывает изменение материала по их стоимости и прочности. В нашем случае принимаем $K_{попр} = 1,1$

Себестоимость нового рычага нижнего:

$$C_{п}^{н.р.} = ((3,1 \cdot 1884,9) / 3,3) \cdot 1,1 = 1947,7 \text{ руб.}$$

Себестоимость нового рычага верхнего:

$$C_{п}^{в.р.} = ((3,2 \cdot 1380,32) / 3,15) \cdot 1,1 = 1542,45 \text{ руб.}$$

Суммарная себестоимость изменённых деталей:

$$\Sigma C_{п}^{изм.} = C_{п}^{н.р.} + C_{п}^{в.р.} + C_{п}^{п.к.} = 3490,15 \text{ руб.} \quad [5] \quad (5.19)$$

«Расчёт суммарной себестоимости покупных изделий, применяемых в новой конструкции

Таблица 30 - Перечень покупных изделий и их стоимость.

Покупные изделия	Количество	Цена, руб	Стоимость, руб.
Коробка передач ИМЗ	1	3000	3000
Звезда 48Т	1	500	500
Звезда 16Т	1	220	220
Цепь 480 DYD	1	650	650
ИТОГО			4370

«Расчёт цеховой себестоимости изготовления новых деталей.

Рассчитаем цеховую себестоимость изготовления успокоителя цепи

Расчёт проведём по формуле:

$$C_{\text{п}}^{\text{изг.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{т.и.э.}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{д}} + O_{\text{с.н.}} + Z_{\text{и.с.о.}} + \Pi_{\text{б}} + P_{\text{с.об.}} + H_{\text{ц.}} \quad (5.20)$$

где M – затраты на материалы;

$\Pi_{\text{и}}$ – стоимость покупных изделий;

$Z_{\text{т.и.э.}}$ – затраты на топливо и энергию;

$Z_{\text{о}}$ – заработная плата основная;

$Z_{\text{д}}$ – заработная плата дополнительная;

$O_{\text{с.н.}}$ – отчисления на социальные нужды;

$Z_{\text{и.с.о.}}$ – затраты на износ спецоснастки;

$P_{\text{с.об.}}$ – расходы на содержание оборудования;

$H_{\text{ц.}}$ – накладные цеховые расходы;

Расчёт затрат на материалы:

$$M = Q_{\text{м}} \cdot \Pi_{\text{м}} (1 + (K_{\text{т.з.р.}} / 100)) - Q_{\text{в.о.}} \cdot \Pi_{\text{в.о.}} \quad (5.21)$$

где $\Pi_{\text{м}} = 500$ руб/кг – оптовая цена на материал;

$Q_{\text{м}} = 0,5$ кг – расход материала;

$K_{\text{т.з.р.}} = 2$ % - процент транспортно-заготовительных отчислений;

$\Pi_{\text{в.о.}} = 51,2$ руб/кг – цена возвратных отходов;

$Q_{\text{в.о.}} = 0,032$ – количество возвратных отходов

Отсюда получаем:

$$M = 500 \cdot 0,5 (1 + (2/100)) - 51,2 \cdot 0,032 = 253,4 \text{ руб.}$$

Затраты на материал составили 253,4 рубля;» [5]

«Произведем расчет заработной платы исполнителей:

$$Z_{\text{о}} = C_{\text{г}} \cdot t (1 + (K_{\text{п.д.}} / 100)) \quad (5.22)$$

$C_{\text{г}} = 106,31$ руб – часовая тарифная ставка для станочника 6-го разряда по данным ОТиЗ ВАЗа.

$t = 0,232$ чел-час – трудоёмкость изготовления;

$K_{\text{п.д.}} = 40$ % - процент премиальных доплат;

Отсюда получаем:

$$Z_o = 106,31 * 0,232 * (1 + (40/100)) = 34,62 \text{ руб.}$$

в) Расчёт статьи затрат на покупные изделия не ведём, так как их нет.

г) Расчёт статьи затрат – затраты на топливо и энергию:

$$Z_{т.и.э.} = (Z_o / 100) \cdot K_{т.и.э.} = (34,62/100) \cdot 81 = 28 \text{ руб.} \quad (5.23)$$

д) Расчёт статьи затрат – заработная плата дополнительная:

$$Z_{д.} = (Z_o / 100) \cdot K_{д.} = (34,62/100) \cdot 1,1 = 2,11 \text{ руб.} \quad (5.24)$$

е) Расчёт статьи затрат – отчисления на социальные нужды:

$$O_{с.н.} = ((Z_o + Z_{д.})/100) \cdot K_{с.н.} = ((34,62+2,11)/100) \cdot 30 = 11,38 \text{ руб.} \quad (5.25)$$

ж) Расчёт статьи затрат – износ спецоснастки:

$$Z_{и.с.о.} = (Z_o / 100) \cdot K_{и.с.о.} = (34,62/100) \cdot 56,3 = 19,5 \text{ руб.} \quad (5.26)$$

и) Расчёт статьи затрат – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$P_{с.об.} = (Z_o / 100) \cdot K_{с.об.} = (34,62/100) \cdot 290,4 = 100,5 \text{ руб.} \quad (5.27)$$

к) Расчёт статьи затрат – накладные цеховые расходы:

$$H_{ц.} = (Z_o / 100) \cdot K_{ц.} = (34,62/100) \cdot 154,8 = 53,6 \text{ руб.} \quad (5.28)$$

Отсюда себестоимость изготовления успокоителя цепи:» [5]

$$C_{п.}^{изг.} = 253,4 + 34,62 + 28 + 2,11 + 11,38 + 19,5 + 100,5 + 53,6 = 512,2 \text{ руб.}$$

7 Себестоимость цеховая изготовления проектируемой трансмиссии

Получаем цеховую себестоимость трансмиссии после модернизации:

$$C_{п.}^H = 13274,5 - 10171,87 + 3490,15 + 4370 + 512,2 = 11474,98 \text{ руб.}$$

Экономический результат от проектирования новой трансмиссии для унимото с облегченной неподрессоренной массой.

$$\Delta_p = C_{п.}^6 - C_{п.}^H = 13274,5 - 11474,98 = 2200,48 \text{ руб.} \quad (5.29)$$

Произведенный расчет показал, что в сфере изготовления трансмиссии унимото происходит снижение себестоимости, что объясняется применением более дешевых комплектующих и упрощением конструкции трансмиссии. Однако, наличие экономического эффекта в данном случае не важно, так как речь идет о спортивном снаряде, выпускаемом в единичном экземпляре.

В сфере эксплуатации изменились следующие показатели:

- уменьшилась неподрессоренная масса;
- улучшилась разгонная динамика за счет снижения общей массы;
- упростилось обслуживание узла;

«Таблица технико-экономических показателей выведена на лист «Экономические показатели» и в таблице 29.» [5]

Таблица 31 - Нормативная калькуляция модернизированной трансмиссии унимото

Статьи затрат	Стоимость, руб.	Процент отчислений, %
Сырьё и материалы	253,4	3,03
Покупные изделия	4370	52,19
Стоимость измененных деталей	3490,15	41,68
Возвратные отходы	1,64	0,02
Топливо и энергия	28	0,33
Заработная плата основная	34,62	0,41
Заработная плата дополнительная	2,11	0,03
Отчисления на социальные нужды	11,38	0,14
Износ спецодежды	19,5	0,23
Потери от брака	9,13	0,11
Содержание и эксплуатация оборудования	100,5	1,20
Цеховые расходы	53,6	0,64
Цеховая себестоимость	8374,03	100

Заключение

В данном дипломном проекте:

- Проведен анализ теоретического материала, в которой описывается история создания и развития такого вида спорта как гонки на унимото. Также представлены мировые рекорды «Книги Гиннеса» которые были установлены гонщиками из Тольятти. Указан регламент для участия в соревнованиях на унимото, каждый желающий может испытать себя в роли инженера-конструктора, создать свой аппарат и участвовать в заездах.

- Было принято участие при создании конструкции одноместного транспортного средства с паровым двигателем.

- Рассмотрена конструкция разработанного транспортного средства «унимото», так же принцип его работы.

- Проведен тягово-динамический расчет транспортного средства класса «Унимото». В котором мы получили скорость, время и путь разгона. Благодаря которой мы сможем рассчитать за какое время будут пройдена дистанция на соревнованиях.

- Проведен расчет цепной передачи, от коробки передач на ведущее колесо, в котором мы получили линейную скорость цепи и окружную силу.

- Унимото будет использован в зимних соревнованиях «SnowDogs».

- Рассмотрена безопасность при эксплуатации транспортного средства унимото.

- В экономической части приведена экономическая эффективность модернизации трансмиссии унимото.

- Выражаю свою благодарность Авшалумову Тимуру Юрьевичу за представленную возможность принятия участия в разработке и изготовлении транспортного средства «Унимото».

Список используемой литературы и используемых источников

1. Валхамов В.К. «Автомобили. Основы конструкции» / В.К. Валхамов, Академия, 2008. – 120с.
2. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов– М.: Машиностроение, 2004.-704 с.
3. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Учебно-методическое пособие /Л.Н. Горина, М.И. Фесина – Тольятти: ТГУ, 2016.- 51с.
4. Гришкевич, А. И. Проектирование трансмиссии автомобилей: Справочник. / А.И. Гришкевич – М.: Машиностроение, 1984. – 8 с.
5. Грузинов, В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учеб. Пос. для вузов. 2-е изд., доп. / В.П. Грузинов, В.Д. Грибов – М.: Финансы и статистика, 2002. – 207 с.
6. Жирицкий Г.С. Паровые машины, / Г.С. Жирицкий - Госэнергоиздат 1951.
7. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. ТЗ./Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров – М.: Автополис-плюс, 2005. - 560с.
8. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П.Лукин, Машиностроение 1984-373с.
9. Открытый личный чемпионат мира по унимото на льду 2019 года. Электронный ресурс URL: <http://snowdogs.su/reglament/> (дата обращения: 15.02.2020).
10. Расчет и конструирование цепных передач, / ТОГУ - Хабаровск, 2005.
11. Самое быстрое колесо: чемпионат мира по унимото. Электронный ресурс.URL: https://www.zr.ru/content/articles/423435samoje_bystroje_koleso_c_hempionat_mira_po_unimoto/ (дата обращения 22.02.2020).

12. Унимото: гонки на одноколесных мотоциклах. Электронный ресурс
URL: <https://www.popmech.ru/adrenalin/13962-promchatsya-po-linii/#part0> (дата обращения: 20.02.2020)
13. Черепанов Л.А. Тяговый расчет автомобиля, / Л.А. Черепанов - Тольятти, 2001.
14. Челноков, А.А. Основы экологии: учебное пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко, И. Н. Жмыхов ; под ред. А. А. Челнокова. - Минск : Вышэйшая школа, 2012. - 543 с.
15. Михнюк, Т.Ф. Охрана труда: учебное пособие / Т. Ф. Михнюк. - Минск: ИВЦ Минфина, 2007. - 297 с.
16. Dearholt, J. D. Career Paths Mechanics / J. D. Dearholt, - Express Publishing, 2012. – 261 с.
17. Duffy, J. E. Modern Automotive Technology / J. E. Duffy, - Liberty Publishing House, 2014. – 307 с.
18. Schnubel, M. Automotive Suspension and Steering Systems / M. Schnubel, - Express Publishing, 2013. – 365 с.
19. Knowles, D. Automotive Technician Test Preparation / D. Knowles, - Liberty Publishing House, 2011. – 228 с.
20. Erjavec ,J. Automotive Technology / J. Erjavec, - Harper Collins, 2010. – 388 с.

Приложение А
Цепная передача.



Рисунок А.1 – цепная передача