

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)

15.04.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Эксплуатация транспортных средств

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему «Экономическое обоснование организации производства внедорожного транспортного средства с электрической силовой установкой»

Обучающийся

Е.Д. Чижаткина

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный руководитель

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Содержание

1 Состояние вопроса	6
1.1 Актуальность разработки электрического транспорта в России	6
1.2 Существующие конструкции мотовездеходов, пригодных для эксплуатации в природоохранных зонах	13
1.3 Анализ основополагающих аспектов коммерческой эффективности проекта производства трайка с электроприводом, как маломерного транспортного средства	17
2 Разработка бизнес-плана проекта.....	30
2.1 Описание продукции.....	30
2.2 Маркетинговый план.....	32
2.3 Характеристика потенциальных потребителей	38
2.4 Анализ конкурентной среды.....	39
2.5 Стратегии продвижения проекта и каналы сбыта	42
2.6 Схема взаимодействия с клиентами и сбыт продукции	43
2.7 Производственный план	44
2.8 Технология производства электрических мотовездеходов.....	45
2.9 Оборудование для производства	47
2.10 Планируемая программа производства	52
2.11 Организационный план	52
2.12 Финансовый план	55
2.13 Оценка рисков (рыночный, организационный, технологический).....	59
3 Разработка конструкции мотовездехода.....	63
3.1 Тяговый расчет	63
3.2 Разработка рамы мотовездехода.....	82
3.3 Разработка рулевой системы	97
3.4 Расположение и крепление компонентов силовой установки	103
Заключение	113
Список используемых источников.....	115

Введение

В настоящее время автомобильный транспорт является неотъемлемой частью функционирования общества. Проблема, однако, заключается в том, что транспортные средства, работающие на углеводородном топливе, наносят высокий экологический ущерб окружающей среде. Согласно исследованиям, до 70% вредных выбросов в атмосферу приходится именно на автомобильный сектор, а средних размеров трицикл с объемом двигателя 150 см³ может производить почти 1700 кг CO₂ в год. Подобные негативные воздействия привели к необходимости модернизации транспортных средств и принципов их работы.

Электрификация транспорта – один из устойчивых трендов, который охватил не только зарубежные страны, но и рынок электромобилей в России. Это подтверждается растущим за последние годы числом продаж новых транспортных средств с электросиловой установкой, несмотря на критический спад продаж автомобилей в целом, связанный с пандемией 2020 года. В некоторых европейских странах доля электрических транспортных средств уже составляет ощутимую величину.

Электротранспорт имеет ряд значимых преимуществ перед транспортными средствами с двигателем внутреннего сгорания. В частности, его отличает высокая экологичность на этапе эксплуатации, относительная дешевизна подзарядки, а также низкий уровень шума, характерный для электромотора.

Совокупность перечисленных свойств может найти широкое применение в малогабаритных транспортных средствах высокой проходимости, которые используются для мониторинга природоохранных зон. Низкая шумность позволит избежать возникновения фактора беспокойства для животного мира заповедников и лесничеств, а отсутствие выбросов вредных веществ может стать существенным конкурентным преимуществом перед бензиновыми аналогами.

В рамках данной магистерской диссертации разрабатывается план по реализации на российском рынке трехколесного мотовездехода (трайка) с электрической силовой установкой и сменными приводными модулями. Выбор темы был обусловлен актуальностью разработки электротранспорта, а также потребностью природоохранных организаций и частных пользователей в малогабаритном вездеходе, пригодном для езды по бездорожью.

Цель работы – выявить и описать рекомендации при проектировании малогабаритных транспортных средств с электрической силовой установкой путем разработки и выпуска на рынок конкурентоспособного экологичного электрического трайка для бездорожья. Конструкция мотовездехода выполнена в трехколесной компоновке для обеспечения хорошей геометрической проходимости в лесистой местности. К разрабатываемому трайку предъявляются такие требования, как компактность, технологичность и водонепроницаемость электрических компонентов для возможности преодоления брода глубиной до 900 мм.

Для достижения цели был поставлен ряд задач:

- обосновать актуальность разработки малого электротранспорта для бездорожья в России;
- провести сравнительный анализ представленных на рынке моделей электрических трайков;
- охарактеризовать понятие качества применительно к разрабатываемым транспортным средствам;
- произвести тягово-динамический расчет, осуществить подбор двигателя;
- разработать несущую рамную конструкцию;
- разработать систему рулевого управления;
- разработать систему креплений основных электрокомпонентов;
- разработать бизнес-план для дальнейшей реализации спроектированного и изготовленного мотовездехода.

Уникальность работы заключается в использовании электрической силовой установки на базе перекомпонованного малогабаритного транспортного средства, предназначенного для езды в условиях бездорожья, как уникального средства для мониторинга особо охраняемых природных территорий. Научная новизна работы заключается в том, что в ходе разработки мотовездехода была предложена методика проектирования конкурентоспособного малогабаритного транспортного средства. Сформулированы подходы к составлению экономического обоснования для мелкосерийного производства вездеходов с электросиловой установкой. Подтверждением научной новизны является патент на промышленный образец.

Практическую значимость работы составляет внедрение описанных методик в работу производственной компании ООО «ИНЖИНИРИНГ ЭКСТРА» при изготовлении прототипа электрического мотовездехода в 2023-2024 гг.

Работа выполнена в рамках программы «Стартап как диплом» при поддержке Фонда содействия инновациям.

1 Состояние вопроса

1.1 Актуальность разработки электрического транспорта в России

На сегодняшний день рынок электротранспорта активно развивается под воздействием мировых экологических проблем. Так, даже в России, несмотря на богатые запасы углеводородного сырья, проблема транспорта как одного из основных «потребителей» энергии возрастает с каждым годом. В связи с этим «налицо прогресс в процессе сокращения потребления ископаемого топлива, который во многом стал возможным благодаря увеличению производства автотранспорта с электрической силовой установкой» [11].

«Конкуренция в сфере электротранспорта рождает новые технологии, предприятия, бизнес-модели – и в конечном счете формирует новые рынки. В ближайшие два-три года открывается «окно возможностей» для «опережающего старта» и достижения лидерских позиций на формирующемся рынке электромобилей. В выигрыше окажутся компании, сумевшие к 2024 году наладить производство и начать продажи, так как после прохождения «точки перелома» в 2025-2026 гг. структура мирового рынка стабилизируется и новым игрокам придется догонять лидеров и инвестировать значительные суммы, чтобы получить свою долю рынка» [10].

Согласно некоторым прогнозам, к 2025 году мировой рынок электромобилей вырастет до 10-12 млн штук, проданных за год [16]. Тенденция развития наглядно показана на рисунке 1.

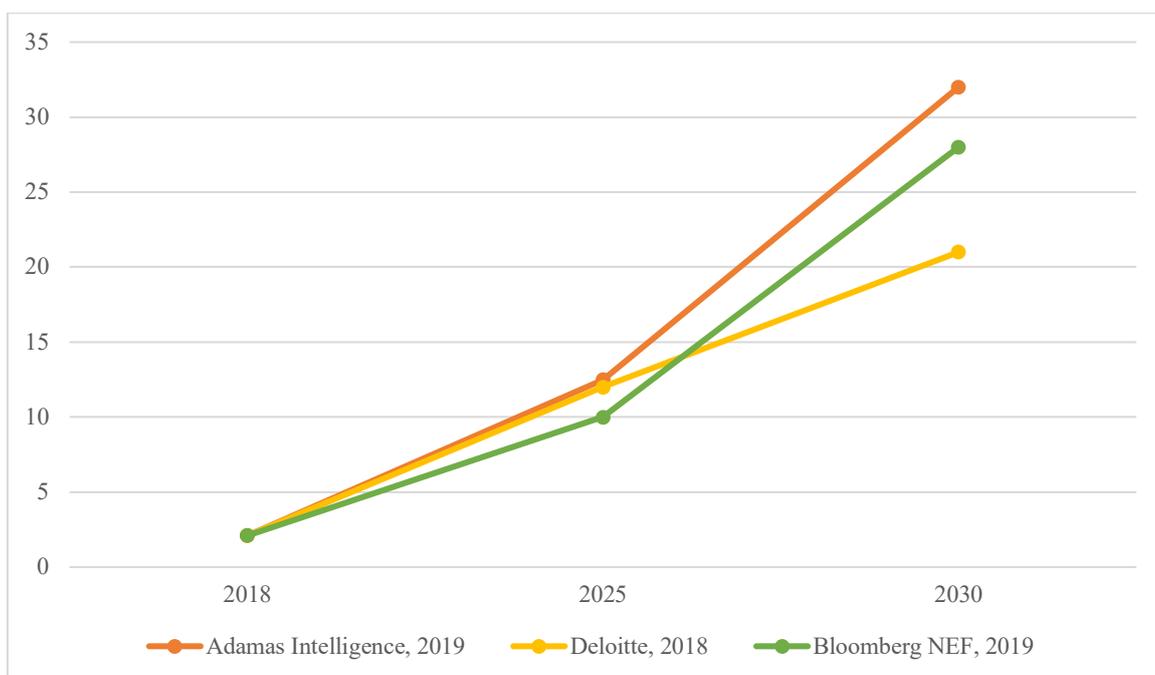


Рисунок 1 – Прогнозируемый рынок электротранспорта

Для быстрой интеграции электрического транспорта в стране необходимо синхронизировать развитие производства электромобилей, стимулирование их приобретения и использования. При этом от представителей автостроительного сектора потребуется освоение ключевых компетенций в разработке и производстве электротранспорта, в первую очередь связанных с проектированием собственных платформ и созданием аккумуляторных батарей. Такая «локализация» технологий электротранспорта обеспечит создание большого числа инновационных предприятий и новых рабочих мест.

Стоит отметить, что тенденция к электрификации транспорта является настолько устойчивой, что даже «во время пандемии 2020 года мировой рынок электромобилей показал рост 5% на фоне 18-процентного падения продаж автотранспорта в целом. Кроме того, большинство крупных автопроизводителей стран Европы, Азии, Северной Америки уже анонсировали отказ от выпуска автотранспорта с ДВС, как грузового, так и легкового, в течение ближайших 10-15 лет» [16].

По всему миру заметен достаточно резкий скачек в продаже электромобилей глобальными брендами, что отражено на рисунке 2.

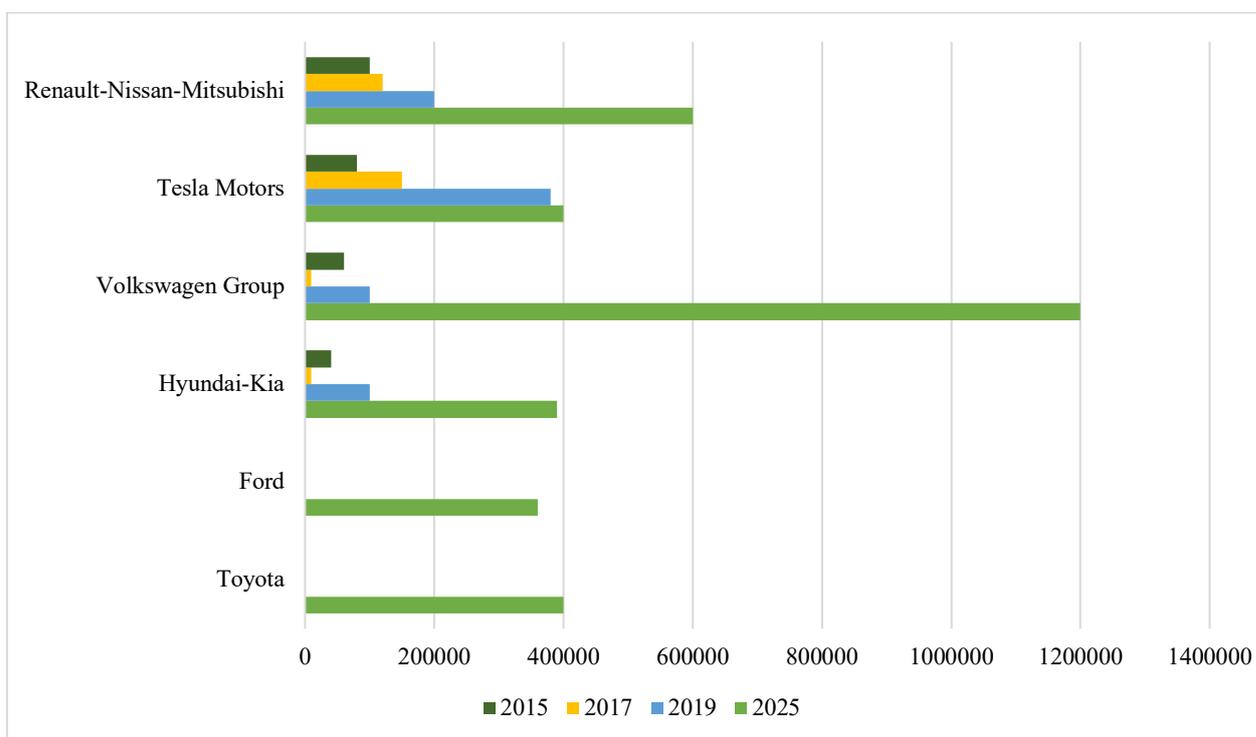


Рисунок 2 – Объем продаж электромобилей крупнейших автопроизводителей

Такие крупные автоконцерны как Toyota, Daimler и Volkswagen Group заявляют о своей готовности отказаться от производства автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) к 2030 году. При этом среди их разработок растет число автомобилей с электрическим приводом – в среднем крупные автомобильные компании планируют предлагать 10-20 моделей электромобилей уже к 2025 году. Рекордное количество – 30 моделей электрического автотранспорта – готовит автоконцерн Volkswagen Group.

Очевидно, что за глобальным трендом разработки и внедрения электротранспорта стоит актуальная на сегодняшний день проблема декарбонизации. В качестве основной цели этого процесса можно назвать сокращение, а в лучшем случае – исключение этих выбросов, чтобы тем самым затормозить климатические изменения и минимизировать наносимый ими ущерб.

Сейчас на транспортный сектор приходится 23% всех выбросов парниковых газов в мире [7], [22], [24]. На рисунке 3 ниже представлено количество выбросов CO₂ от различных типов автомобилей.

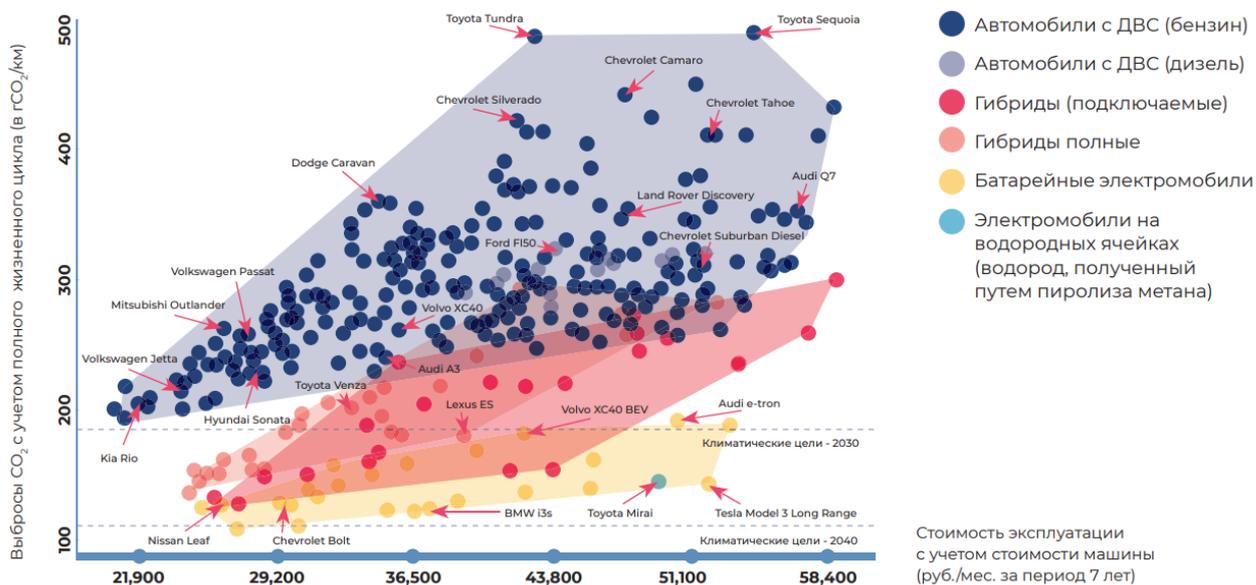


Рисунок 3 – Выбросы от различных типов автомобилей и стоимость их эксплуатации

Таким образом, одна из ключевых причин глобального перехода крупнейших мировых автоконцернов к электрическому транспорту заключается в стремлении компаний примкнуть к так называемой «гонке к нулю». Другими словами, целью электрификации транспорта выступает борьба с негативным воздействием отработавших газов автомобилей с ДВС на окружающую среду.

Стоит отметить, что отрицательный вклад в загрязнение воздуха вносит не только гражданский транспорт, такой как легковые автомобили, которые находят широкое применение в черте города, но и различные другие типы транспорта, а также ряд мототехники, включая транспортные средства (ТС), которые принято причислять к разряду спортивного инвентаря.

Так, довольно остро на данный момент стоит проблема загрязнения особо охраняемых природных территорий (ООПТ). К ООПТ причисляют

«участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны» [5].

«В России более 255 миллионов гектаров занимают особо охраняемые природные территории, среди которых насчитывается более 15000 объектов. Так, в Самарской области к ним относятся Жигулевский государственный природный заповедник им. И. И. Спрыгина, национальный парк «Самарская Лука» и другие. Некоторые особо охраняемые территории федерального и регионального статуса имеют международное значение и входят в зону действия программ, нацеленных на сохранение особо значимых и малонарушенных территорий» [9].

Сейчас для мониторинга подобных территорий в России используется специальная техника, чаще всего небольшие мотовездеходы, как показано на рисунке 4.



Рисунок 4 – Мотовездеход «Атаман Трайк Пауэр» с вариатором «Сафари»

По сообщениям лесного хозяйства Камчатского края, в рамках национального проекта «Экология» в наземном мониторинге пожарной опасности и при тушении лесных пожаров активно применяются квадроциклы (рисунок 5). В 2018 году участие в региональном проекте «Сохранение лесов Камчатского края» позволило приобрести восемь таких мотовездеходов.



Рисунок 5 – Мотовездеходы, использующиеся в наземном мониторинге пожарной опасности в РФ

На территории республики Крым также активно ведется работа по реализации региональных проектов, нацеленных на сохранение лесов [5]. Для осуществления мониторинга лесного хозяйства Министерством природы также были приобретены квадроциклы как одно из наиболее эффективных средств быстрого передвижения по лесистой местности, которое обеспечивается за счет хорошей геометрической проходимости конструкции небольшого четырехколесного вездехода.

Для охраны заповедников Приморья используются квадроциклы модели РМ 500-2 (рисунок 6), отличающиеся повышенной грязезащитой и использующиеся в качестве мотовездеходов и снегоболотоходов.



Рисунок 6 – Мотовездеход РМ 500-2

Подобные типы малых транспортных средств хороши тем, что могут передвигаться по бездорожью, а также они значительно компактнее автомобиля, что делает возможным их передвижение по лесистой местности.

Однако существует проблема, которая заключается в том, что подобная спецтехника оказывает прямое негативное влияние на заповедные комплексы. В частности, шум от бензинового мотора вносит фактор беспокойства для животного мира природоохранных зон, о чем свидетельствуют многочисленные исследования и публикации [4], [15]. Кроме того, транспортные шумы составляют в крупных городах от 60 до 80% шумов, проникающих в места пребывания человека. О проблеме шумности бензинового транспорта свидетельствуют и проведенные опросы, которые подтверждают актуальность борьбы с акустическим фактором беспокойства [14].

На данный момент в качестве средств регулирования отрицательного воздействия выбросов автомобильного транспорта применяются законопроект, направленные на взимание штрафов за недобросовестное использование бензиновой техники и ведение государственного реестра объектов, оказывающих воздействие на благосостояние окружающей среды.

Однако, как показывает практика некоторых зарубежных лесных хозяйств [18], одним из эффективных решений проблемы загрязнения и шума может стать электрификация того автопарка, который сейчас используется для мониторинга заповедных зон в России. Для этого уже созданы предпосылки в виде постепенно внедряемой технологии ремоторизации отработавших транспортных средств с двигателем внутреннего сгорания.

В связи с перечисленными факторами актуальной становится разработка малого мотовездехода, пригодного для езды по бездорожью, который не только решит существующую проблему воздействия бензинового транспорта на природу заповедных зон, но и послужит альтернативой импортным аналогам.

1.2 Существующие конструкции мотовездеходов, пригодных для эксплуатации в природоохранных зонах

На данный момент на российском рынке представлен ряд мотовездеходов, пригодных для езды по бездорожью [3].

Мотовездеходы модели «Атаман» имеют довольно простую конструкцию – рама из труб, на которую устанавливается двигатель воздушного охлаждения, пружинная передняя подвеска и жесткая задняя. Трайк имеет цепной привод на задние колеса. Особенностью «Атамана» выступает двигатель, который является не мотоциклетным, а «общего назначения». Такие четырехтактные двигатели воздушного охлаждения устанавливаются на самую различную технику: минитракторы, мотокультиваторы, бензогенераторы и т.д.

Трайк двухколесной компоновки показан на рисунке 7. Максимальная развиваемая скорость такого мотовездехода достигает 45 км/ч, мощность составляет 6,5 л.с. Габаритные размеры в рабочем состоянии – 1700x800x1050 мм, что делает конструкцию очень компактной. Двухколесная

компоновка, однако, делает трайк неустойчивым, что будет особенно проявляться при езде по пересеченной местности.



Рисунок 7 – Мотовездеход «Атаман Старт»

Кроме того, выпускаются и трехколесные трайки данной марки с дизельным двигателем мощностью 10 и 12 лошадиных сил. По сравнению с двухколесной версией этот трайк обладает большими габаритами: 1900x1080x1250 мм. На трицикле установлен вариатор «Сафари», объем двигателя составляет 450 куб. см, максимальная скорость – 60 км/ч. С одной стороны, характеристики трансмиссии, которые позволяют развивать такую скорость, могут быть избыточны для езды в условиях бездорожья; с другой стороны, тяговитый мотор позволяет обеспечить грузоподъемность трайка до 180 кг, что является хорошим конкурентным преимуществом.

На рисунке 8 видно, что имеется возможность установки дополнительного оборудования – открытого прицепа массой до 250 кг, что добавит к стоимости трицикла от 20 до 30 тыс. рублей.

Другими преимуществами данной модели помимо грузоподъемности можно назвать легкий пуск благодаря системе декомпрессии и простоту использования.



Рисунок 8 – «Атаман Трайк» с дизельным двигателем

Отметим, что в базовую комплектацию входит только передняя подвеска, а задняя ось жестко крепится к рамной конструкции.

Другой популярной маркой, выпускающей мотовездеходы различной компоновки, является «Скаут». Изображенная на рисунке 9 модель оборудована трансмиссией с двигателями типа LIFAN. Трайк отличается наличием редуктора с автоматическим сцеплением и отсутствием коробки передач. Сцепление работает в масле, отдельный от двигателя редуктор имеет свой картер, куда оно заливается, что обеспечивает сравнительную долговечность механизма. Двигатель имеет мощность 8 лошадиных сил.

В данном случае у трайка имеется как передняя, так и задняя подвеска, которая выполнена в виде амортизатора, крепящегося на маятнике в задней части конструкции. Наличие такой системы обеспечивает плавность хода и лучшее сцепление с дорожным покрытием, однако делает себестоимость изготовления вездехода выше.



Рисунок 9 – Мототрайк «Скаут Сафари 31-8+ bigfoot»

Одной из немногих компаний на российском рынке, которые производят спецтехнику на электрической тяге, является Rutrike. Примечательно, однако, что представленная линейка электрических трициклов достаточно маленькая, а сами транспортные средства больше подходят для езды по городу и не пригодны для эксплуатации в условиях бездорожья.

Так, например, показанный на рисунке 10 электротрицикл мощностью 650 Вт и грузоподъемностью до 130 кг хорошо адаптирован для езды по ровной асфальтированной дороге парковых комплексов, однако плохо подойдет для эксплуатации в условиях бездорожья из-за маленького клиренса, небольших колес с резиной без специального протектора, большой колесной базы, которая ограничит проходимость.

Также о специфике назначения прокатного трицикла говорит сравнительно небольшой пробег на одном заряде, равный 30 км. Это приемлемо для мототехники, эксплуатируемой в условиях доступности зарядной инфраструктуры. Однако для езды по лесистой местности и при заявленном разработчиком времени заряда батареи, равном 8-10 часов, данного пробега будет недостаточно.



Рисунок 10 – Трицикл «Rutrike Трансформер»

Другие модели трициклов от данного производителя обладают похожими характеристиками и выполнены скорее в виде внедорожных электроскутеров, что не в полной мере отвечает тем параметрам, которые необходимы для мототехники, пригодной для мониторинга природоохранных зон, а именно: хорошая проходимость, водонепроницаемость, маневренность.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о сравнительно небольшой наполненности сегмента внедорожного малогабаритного электротранспорта в РФ. В связи с этим возникает потребность в определении конкретных целевых параметров и разработке проекта по организации производства внедорожного мотовездехода с электрическим приводом.

1.3 Анализ основополагающих аспектов коммерческой эффективности проекта производства трайка с электроприводом, как маломерного транспортного средства

К маломерным транспортным средствам (МТС) будем относить грузовички с общей полезной нагрузкой до 200 кг, скутеры, трициклы,

мотоциклы двухколесные и с прицепной коляской, велосипеды. Производство мотоциклов и велосипедов обычно является серийным, а остальных указанных МТС с оригинальной конструкцией – индивидуальным любительским, что не исключает и достижения коммерческих целей при организации мелкосерийного производства. При разработке бизнес-плана такого производства следует учитывать основные условия достижения коммерческой эффективности проекта.

Первым, широко известным и используемым аспектом оценки коммерческой эффективности проекта, является понятие «цена – качество». Здесь понимается качество произведенной продукции или выполненной услуги.

«По международному стандарту ИСО качество – это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. По отечественному стандарту качество – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Также можно сказать, что качество – это совокупность свойств изделия выполнять заданные функции при использовании его по назначению.

Примерно так же это понятие может трактоваться и при оценке качества получаемой клиентом услуги по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей и МТС.

Качество МТС является результатом всех этапов его создания: оно закладывается в процессе его проектирования, обеспечивается в процессе производства и поддерживается в процессе эксплуатации техническими службами, осуществляющими уход за МТС и его ремонт.

Качество любого изделия проявляется в широкой совокупности его свойств, каждое из которых может выражаться одним или несколькими параметрами, характеризующимися одним или несколькими показателями.

Специфическим свойством качества изделия является надежность, поскольку информация об этом свойстве проявляется и накапливается только

в результате длительной эксплуатации изделия. Надежность – это свойство изделия (объекта) выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных показателей в пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования» [6].

Надежность выражается четырьмя параметрами: безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью.

Безотказность – свойство объекта (изделия) «непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки. Показателями безотказности являются вероятность безотказной работы при заданной наработке, средняя наработка на отказ, интенсивность потока отказов как величина, обратная средней наработке на отказ» [6].

Долговечность – свойство объекта «сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и текущего ремонта. Показателями являются: средний ресурс (в единицах наработки), средний срок службы (обычно в календарных годах), гамма процентный ресурс (ресурс, который достигается, например, 95-процентами объектов)» [6].

Ремонтпригодность (эксплуатационная технологичность) – свойство объекта, заключающееся в его «приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей. Применительно к автомобилю по ГОСТ 20334-81 показателями ремонтпригодности являются: периодичность технического обслуживания (ТО), разовая оперативная трудоемкость ТО, удельная трудоемкость ТО, количество используемых видов ГСМ, инструментов и оснастки и т.п.» [6].

Сохраняемость – свойство объекта «сохранять установленные показатели качества в процессе хранения, транспортирования и непосредственно после. Показателями сохраняемости являются средний и гамма процентный срок хранения» [6].

При описании надежности используются такие термины и понятия, как отказ, неисправность, сбой.

Отказ – изменение одного или нескольких показателей заданных параметров объекта, приводящее его в неработоспособное состояние. Изменения могут быть внезапными (случайными) и систематическими с нарушением геометрии деталей или свойств материалов. Изменения постепенные по развитию могут быть внезапные по проявлению.

Неисправность – состояние, когда объект не отвечает хотя бы одному из требований нормативно-технической документации.

Сбой – самоустраняющийся отказ.

По происхождению или причинам появления отказы и неисправности делят на три вида:

- конструкционные – по вине конструктора;
- производственные – следствие плохо организованного производственного процесса изготовления;
- эксплуатационные – следствие неправильной эксплуатации или неблагоприятного сочетания режимов эксплуатации.

Как видно из проведенного анализа, понятие надежности является многозначным и не может быть выражено единым показателем. «Производство высоконадежных МТС и трициклов, в частности, требует больших затрат изготовителя и малых затрат при эксплуатации, то есть, в принципе, существует оптимальная надежность, обеспечивающая минимум суммарных затрат» [6].

Вторым важным аспектом коммерческой эффективности проекта производства трайка с электроприводом является выбор и назначение его целесообразной цены. С учетом опыта стран с развитой рыночной экономикой отправной точкой всеобщего управления качеством производства продукции и услуг (TQM) является «акцент на потребителя»: в конкурентной борьбе производителей продукции и услуг выигрывает только тот, кто выстраивает

свое производство сообразно запросам потребителей продукции или предоставляемых услуг.

Характеристиками качества процессов производства изделия и оказываемых сервисных услуг являются:

- результативность по обеспечению качества изделия (агрегата, системы и МТС в целом);
- эффективность, которая оценивается издержками материальных ресурсов и времени на осуществление производства и сервисных услуг;
- адаптивность как отклик на «настроение» рынка, т.е. способность перенастраиваться на изменяющиеся условия приобретения производимого изделия или потребления сервисных услуг.

«Очевидно, что качество производимой продукции или оказываемых услуг во многом определяется материально-техническим оснащением производственного процесса и квалификацией специалистов, осуществляющих технологический процесс. Можно выделить две стратегии повышения качества» [6]:

- А – совершенствование имеющегося технологического процесса производства и форм обслуживания клиентов за счет повышения квалификации обслуживающего персонала и лучшей организации работ;
- В – переход на новые более совершенные технологии производства продукции и оказываемых услуг, коренным образом отличающиеся от действовавших ранее.

«Стратегия А обычно сводится к наведению элементарного порядка в производственном процессе, приучению исполнителей технологических операций к ответственному выполнению своих обязанностей, внимательному отношению к нуждам потребителя. Это, в конечном счете, не требует значительных материальных затрат. Такая стратегия наиболее эффективна, если изначальный уровень качества продукции и предоставляемых услуг был низким. Однако дальнейшее повышение качества потребует существенных

усилий и затрат на введение дополнительного контроля по выполняемым операциям технологического процесса и других подобных мероприятий. Темп нарастания качества выпускаемой продукции и оказываемых услуг будет снижаться.

Стратегия В подразумевает замену морально устаревшего технологического оборудования на более современное, обеспечивающее высокое качество исполнения работ, или создание дополнительных удобств потребителю услуг (удобный подъезд и стоянка, комфортные условия в зале ожидания и т.п.). Естественно, что, например, замена винтовых растяжек кондукторов более совершенным стендом с лазерным контролем геометрии свариваемой рамы МТС, требует все больших затрат. Однако каждый такой переход открывает новые возможности повышения качества производимой продукции. При этом на начальном этапе, в период освоения новой технологии, рост показателей качества обычно низкий» [6].

Соотношение качества продукции и затрат на его обеспечение по стратегии А и стратегии В показано в левой части графика на рисунке 11.

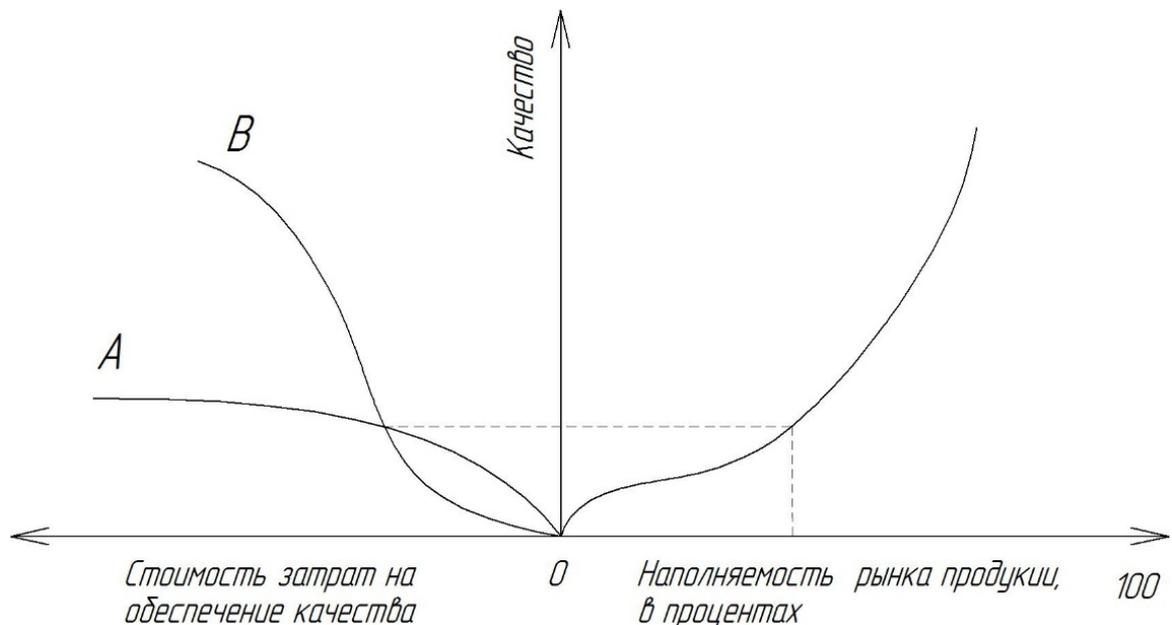


Рисунок 11 – Соотношение качества продукции и затрат

«Требования потребителя к качеству продукции зависят от наполнения рынка продукции и услуг, связанных с ее использованием. При их дефиците потребитель вынужден соглашаться на очень низкое (нулевое) качество. При появлении хотя бы какого-то выбора предлагаемых МТС, требования к их качеству существенно возрастают. Дальнейшее насыщение рынка вызывает пропорциональный рост требований к их качеству.

Когда рынок продукции насыщается, и покупатель получает возможность широкого выбора МТС разных производителей, требования покупателя к качеству вырастают весьма существенно. Кривая этой зависимости показана в правой части графика на рисунке 11. Сопоставляя левую и правую часть графика, можно сделать важное заключение.

При малом насыщении рынка МТС повышение их качества по стратегии А представляется более эффективным, чем по стратегии В. Однако, при некотором уровне насыщения рынка, стратегия В становится более эффективной. То же самое относится и к услугам технического обслуживания МТС или других видов сервиса. Предприятие, предоставляющее услуги по поддержанию МТС в работоспособном состоянии, которое пытается повысить качество услуг только путем некоторых модернизаций существующих технологий и производственной дисциплины, при насыщении рынка услуг становится неконкурентоспособным в сравнении с предприятиями, внедрившими новые технологии.

Руководство предприятий должно внимательно следить за развитием рынка и своевременно переходить на новые технологии производства продукции и оказания сервисных услуг. В случае опоздания таких переходов предприятия будут терять покупателей и клиентов из-за невозможности предоставления требуемого качества. Вынужденной мерой может стать уход с рынка или поиск других видов деятельности» [6].

В любом случае такие изменения в деятельности обычно весьма болезненные для предприятий, поскольку возникает потребность в другом оборудовании и других специалистах.

Третьим важным аспектом коммерческой эффективности проекта производства трайка с электроприводом является восприятие качества предлагаемой продукции или услуги потенциальным потребителем [1].

Официальным методом подтверждения соответствия качества продукции и услуг установленным требованиям является сертификация. На мототехнику оформляется два документа: ОТТС и СБКТС. Без них невозможно зарегистрировать или импортировать МТС.

Одобрение типа транспортного средства (ОТТС) – сертификат соответствия ТР ТС 018/2011, который подтверждает безопасность технических характеристик определенной модели МТС. Документ оформляется на мототехнику, которая ранее не эксплуатировалась. В качестве заявителей выступают производители и дистрибьюторы, которые занимаются массовым ввозом транспортных средств на территорию ЕАЭС. Максимальный срок действия ОТТС – 3 года.

Свидетельство безопасности конструкции транспортного средства (СБКТС) подтверждает, что технические характеристики колесного транспортного средства отвечают требованиям ТР ТС 018/2011. Документ оформляется на мототехнику с пробегом для ее регистрации, импорта или изменения конструкции. Свидетельство действует бессрочно. СБКТС не требуется оформлять на шасси, раритетные и спортивные транспортные средства. К исключениям из правила также относится мототехника, развивающая скорость до 25 км/ч, ТС, ввезенные на территорию ЕАЭС на срок до 6 месяцев или принадлежащие дипломатам и международным организациям. В перечень объектов, подлежащих подтверждению в форме принятия декларации о соответствии по ТР ТС 010/2021 входят также велосипеды.

Сертификация услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомототранспортных средств может проводиться по схемам 1, 2, 3, 5.

Схема 1: оценка мастерства исполнителя работ и услуг, включающая в себя проверку результатов работ и услуг и инспекционный контроль. Схема 1

применяется, как правило, для сертификации небольших предприятий с числом работников, занятых в сфере основного производства, до пяти человек, в которых ответственность за качество и безопасность оказываемых услуг возлагается непосредственно на исполнителей услуг и определяется их мастерством.

Схема 2: оценка процессов выполнения работ и оказания услуг, включающая в себя проверку результатов работ и услуг и инспекционный контроль. Схема 2 применяется, как правило, для сертификации небольших и средних предприятий (от 5 до 30 человек в сфере основного производства), имеющих двух-, трехуровневую структуру управления и распределения ответственности за качество и безопасность оказываемых услуг. Отдельные составляющие процессов могут иметь разных исполнителей, а процессы оказания услуг основаны, как правило, на использовании документированных процедур. В зависимости от сложности процесса оценивают:

- полноту и актуализацию документации, устанавливающей требования к процессу;
- оснащение необходимым оборудованием, инструментом, средствами измерений (испытаний, контроля), веществами, материалами, помещениями и др., а также их соответствие установленным требованиям;
- метрологическое, методическое, организационное, программное, информационное, материальное, правовое, техническое и др. обеспечение;
- безопасность и стабильность процесса;
- профессиональную компетентность исполнителей работ и услуг, обслуживающего и производственного персонала.

Схема 3: анализ состояния производства, включающий в себя проверку результатов работ и услуг и инспекционный контроль. Схема 3 используется, как правило, при сертификации крупных предприятий (более 30 человек в сфере основного производства), имеющих многоуровневую структуру

управления и распределения ответственности, использующих документально оформленные процессы оказания услуг, а также располагающих организационно-техническими и кадровыми ресурсами для проектирования процесса оказания услуг.

Схема 5: оценка системы качества, включающая в себя проверку результатов работ и услуг и инспекционный контроль. Схема 5 применяется для предприятий, имеющих документально оформленную систему менеджмента качества. Оценку системы качества проводит эксперт по сертификации систем качества в соответствии с нормативными документами. При наличии сертификата на систему качества его учитывают при сертификации услуг.

Перечень показателей, которые могут быть подтверждены при сертификации, и нормативные документы, содержащие требования к услугам и методы их контроля, входят в комплект документации Системы добровольной сертификации.

Таким образом, выполняя требования постулата рыночных отношений «акцент на потребителя», руководители предприятий должны хорошо представлять, как оценивает качество продукции и услуг их потребитель, который судит о качестве по тому, насколько он удовлетворен ими. Естественно, между качеством и степенью удовлетворенности потребителя существует определенная, хотя во многом и субъективная, связь.

Различают несколько граней (профилей) качества продукции и услуг.

Базовое (основное) качество – это совокупность характеристик продукции или услуги, наличие которых потребитель считает обязательным. Когда базовое качество имеет приемлемый уровень, потребитель о нем не говорит, хотя производитель продукции или услуг может затрачивать для достижения этого уровня значительные усилия. При этом при снижении базового качества у потребителя возникает ощущение сильной неудовлетворенности.

Требуемое качество – это совокупность характеристик продукции или услуги, в первую очередь влияющих на ценность продукта в глазах потребителя. Чем выше уровень требуемого качества, тем более удовлетворен потребитель.

Неожиданное желаемое качество – группа характеристик продукции или услуги, представляющих для потребителя неожиданные ценности, о наличии и возможности практической реализации которых он не предполагал.

Зависимость удовлетворенности потребителя от уровня выполнения рассмотренных граней качества услуги может быть условно представлена рисунке 12.

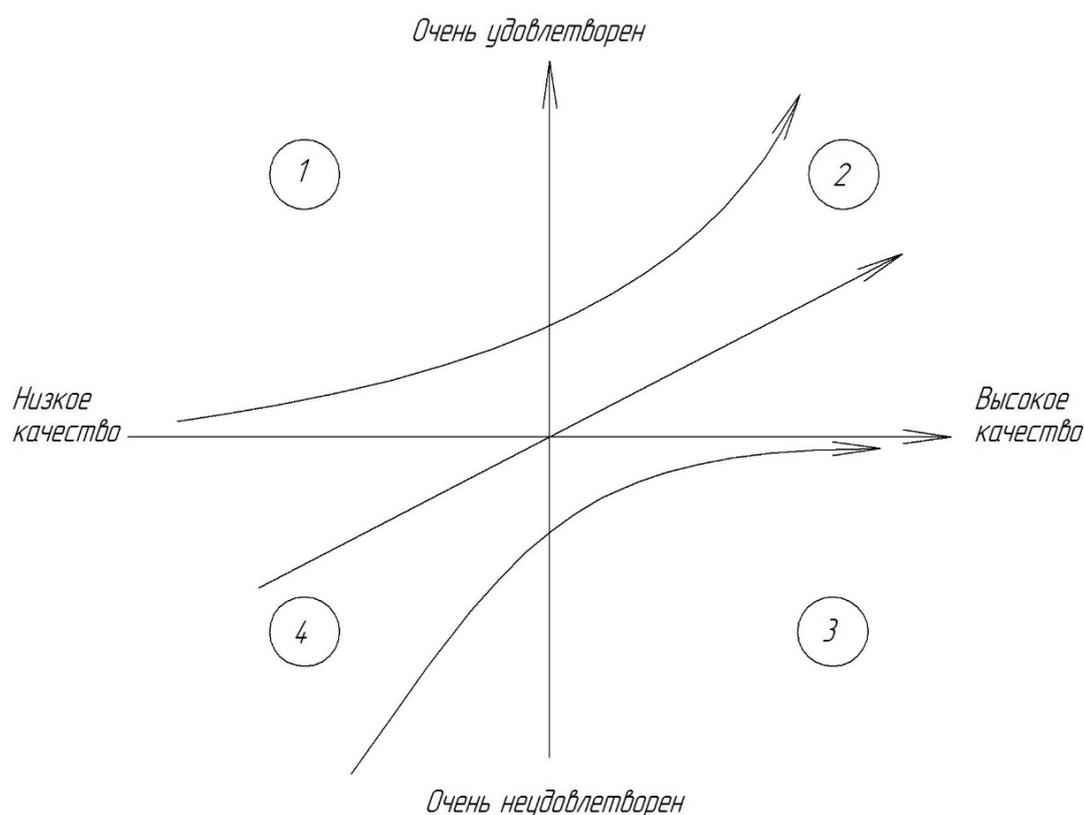


Рисунок 12 – Зависимость удовлетворенности потребителя от уровня выполнения граней качества

На рисунке нижняя кривая отображает изменение базового качества, средняя кривая – требуемого качества, а верхняя кривая отображает изменение неожиданного желаемого качества.

«При качестве, соответствующем первому и третьему квадранту графика, потребители продукции и услуг обычно ничего не говорят об их качестве. При качестве, соответствующем четвертому квадранту, потребители выражают свою неудовлетворенность и жалуются на низкое качество приобретенного продукта или полученной услуги, а при качестве, соответствующем второму квадранту, потребители хвалят продукцию и услуги.

Желаемые параметры качества, особенно сильно сказывающиеся на удовлетворенности потребителя, должны быть неожиданными не только для потребителей, но и конкурентов по производимой продукции и оказанию сервисных услуг. За время, пока конкуренты будут копировать предложенную форму желаемых параметров качества, может быть сделан прорыв на рынке и завоевана хорошая репутация у владельцев МТС и их потенциальных покупателей» [6].

С учетом проведенного анализа аспектов достижения коммерческой успешности мелкосерийного производства трайка с электроприводом следует осуществлять процессы его проектирования и производства.

Использование технологического оборудования с высокими показателями его качества способствует повышению качества производимой продукции и производительности выполняемых работ, обеспечивает безопасность труда производственных рабочих, снижает экономические затраты на устранение брака в условиях производства и эксплуатации МТС. «Вследствие конкурентной борьбы производители сложного технологического оборудования стремятся минимально раскрывать сущность используемых в его конструкции и технологии изготовления технических решений, что также существенно осложняет оценку качества технологического оборудования при его выборе.

В этой ситуации существенно возрастает роль инженеров, способных произвести обоснованный выбор наиболее приемлемой модели приобретаемого нового технологического оборудования и знающих, как

обеспечить нормальную работу старого оборудования путем его ремонта и модернизации, умеющих спроектировать приемлемые для изготовления в условиях конкретного производства технологическую оснастку, приспособления, инструмент» [6].

Особое внимание должно быть отведено не только показателям безопасности технологического оборудования, но и требованиям к обустройству рабочих мест.

Выводы по разделу

Как показывают исследования, глобальные тренды декарбонизации и электрификации транспорта приводят к постепенному переходу на использование электрических транспортных средств различного назначения. При этом, несмотря на то что рынок мототехники в России представлен несколькими моделями, большая часть трайков и мотовездеходов являются бензиновыми, в то время как электротрайки и трициклы практически недоступны на рынке, что порождает потребность в разработке вездеходного прототипа, который сочетал бы в себе достоинства аналогов и обладал электросиловой установкой, что позволило бы использовать его в природоохранных зонах.

Для обеспечения коммерческой эффективности проекта по производству электрических трайков необходимо обеспечить качество выпускаемой продукции. Специфическим свойством качества изделия является надежность, которая характеризуется безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью.

2 Разработка бизнес-плана проекта

2.1 Описание продукции

Продукция проекта будет представлена мотовездеходами с электрической силовой установкой.

Мотовездеходы – это малогабаритные транспортные средства высокой проходимости. К данной категории относят квадроциклы, трициклы, трайки. Отличительной чертой мотовездеходов является их способность преодолевать участки дороги на пересеченной местности.

Основные преимущества электрического трайка:

- хорошая геометрическая проходимость, которая обеспечивается компактностью конструкции и трехколесной компоновкой;
- водонепроницаемость за счет использования электрокомпонентов с повышенным классом водонепроницаемости (IP67 и выше), что позволяет преодолевать глубину брода до 900 мм;
- технологичность и ремонтпригодность – достигаются благодаря простоте несущей рамной конструкции;
- возможность перекомпоновки и переукомплектования другим аккумулятором в зависимости от потребностей заказчика за счет простоты и универсальности кронштейнов в системе крепления.

При производстве мотовездеходов планируется использовать литий-ионный аккумулятор, который является одним из наиболее распространенных видов аккумуляторов, устанавливаемых на транспортных средствах с электрической силовой установкой. Совокупность свойств данного типа аккумуляторных батарей обеспечивает достаточную долговечность и хорошие ходовые характеристики транспортного средства при сравнительно небольшой массе батареи.

Можно выделить следующие основные преимущества литий-ионного аккумулятора в сравнении с другими типами аккумуляторных батарей:

- широкие возможности приобретения. Литий-ионные батареи являются распространенным решением, которое поставляется как российскими, так и зарубежными производителями;
- высокая плотность энергии. Высокая плотность энергии позволяет транспортному средству дольше работать без подзарядки при относительно небольших размерах самого элемента питания;
- низкий саморазряд. Маленькая скорость саморазряда позволяет практически не терять уровень зарядки без использования устройства;
- высокое напряжение каждого элемента. Благодаря напряжению в 3,6В каждого элемента аккумулятора, для формирования готовой батареи требуется меньше элементов, что позволяет сделать ее более компактной и легкой.

При производстве электрических мотовездеходов планируется руководствоваться принципами простоты, функциональности и надежности. Простота достигается за счет использования сварной несущей рамной конструкции, которая состоит из недорогих и доступных на рынке материалов, что обеспечивает ее ремонтпригодность. Для обеспечения функциональности, конструкция трайка будет выполняться с возможностью частичной разборки для демонтажа и монтажа аккумулятора, которые могут быть осуществлены самим пользователем. С этой целью корпус аккумуляторной батареи выполнен с боковыми алюминиевыми пластинами с удобными ручками. Надежности способствует система защиты электрических компонентов от попадания брызг и грязи, выполненная в виде защитного корпуса аккумулятора, изготовленного с помощью технологии 3D-печати, и защитные боковые панели, которые также придают мотовездеходу целостный и стильный внешний вид.

Проектом предусмотрено изготовление трайков, представленных на рисунке 13.

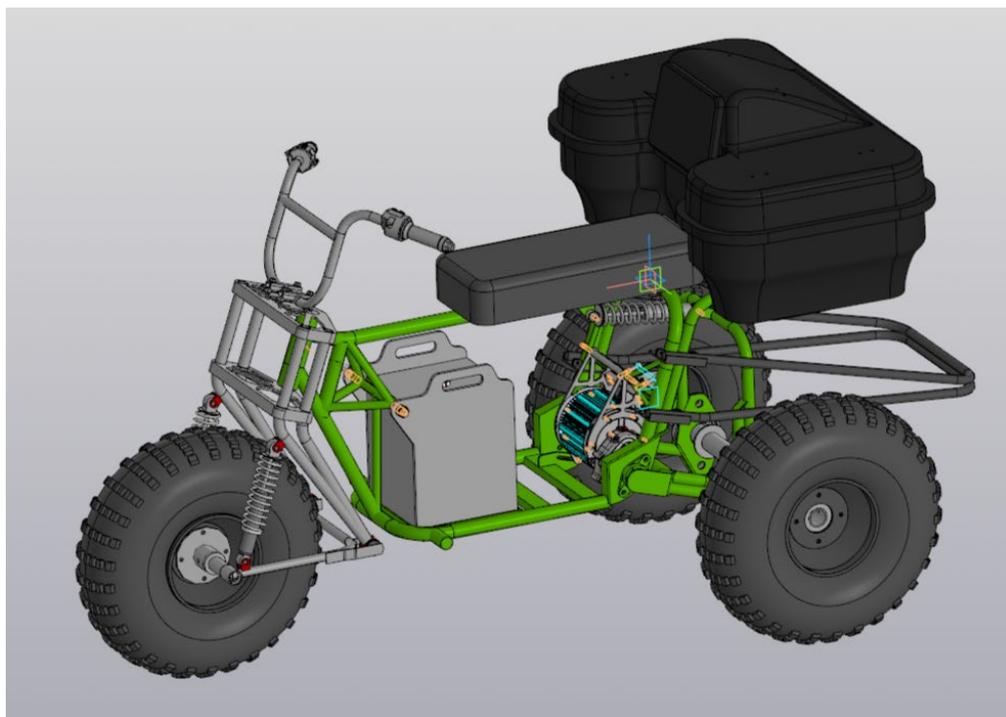


Рисунок 13 – Трайк, планируемый к производству

Электрические вездеходы отлично подходит людям, которые любят активный отдых на природе. Такой вид малогабаритных транспортных средств выбирают:

- охотники;
- рыболовы;
- экотуристы;
- любители кэмпинга;
- люди, которые любят экстремальную езду по бездорожью;
- люди, которые внимательно относятся к сохранности природных

зон.

2.2 Маркетинговый план

Мировой рынок мототехники (включая 2-колесные, 3-колесные и 4-колесные, авторикши, AVT) за 2023 год составил 52,5 млн единиц, что на 5,6% больше по сравнению с соответствующим периодом прошлого года.

Как показывает проведенный анализ, трайк относится к рынку мототехники, основную долю в котором занимают мотоциклы.

Прогнозируемая выручка на рынке мотоциклов по всему миру, как ожидается, достигнет 145,50 млрд долларов США в 2024 году, а к 2030 году достигнет стоимости более 180,94 млрд долларов США.

Крупнейшим сегментом рынка являются дорожные мотоциклы, объем рынка которых, по прогнозам, составит 102,50 млрд долларов США уже в 2024 году.

В то же время, в Соединенных Штатах тенденция на рынке мотоциклов смещается в сторону электровелосипедов, поскольку потребители больше заботятся об окружающей среде.

Рынок мотовездеходов, к которым относится рассматриваемый трайк, растет в результате возросшего спроса на приключения и спорт, а также на развлекательные мероприятия. Кроме того, увеличение располагаемого дохода человека способствует расширению рынка. При этом растущий спрос на мотовездеходы в оборонном, лесном и сельскохозяйственном секторах способствует росту рынка. Большая мощность и крутящий момент вездеходов стимулируют рыночный спрос. По мере увеличения количества мероприятий в пустыне, чемпионатов по квадроциклам, приключенческих маршрутов и парков будет расти и бизнес по производству квадроциклов и трициклов.

Как показывает проведенный анализ, размер рынка квадроциклов и трициклов оценивался в 8,20 млрд долларов США в начале 2024 года и, как ожидается, достигнет 13,72 млрд долларов США к 2029 году, а среднегодовой темп роста составит 10,84% в течение прогнозируемого периода (2024-2029 гг.).

В 2022 году продажи квадроциклов и трициклов составили 783668 единиц, что на 8,7% меньше уровня предыдущего года. Спад наблюдался на всех рынках, кроме Европы, где продажи вездеходов показали рост в 6,1%. Продажи упали в Северной Америке, составляющей около

половины мирового рынка, а также в Китае (-10,7%) и в Латинской Америке (-1,7%).

В 2021 году на всех континентах было продано менее 850 000 квадроциклов и трициклов. Для сравнения: в 2020-м показатель был выше – 874 000 единиц.

На рисунке 14 представлен объем продаж квадроциклов и трициклов за 2020-2022 годы.

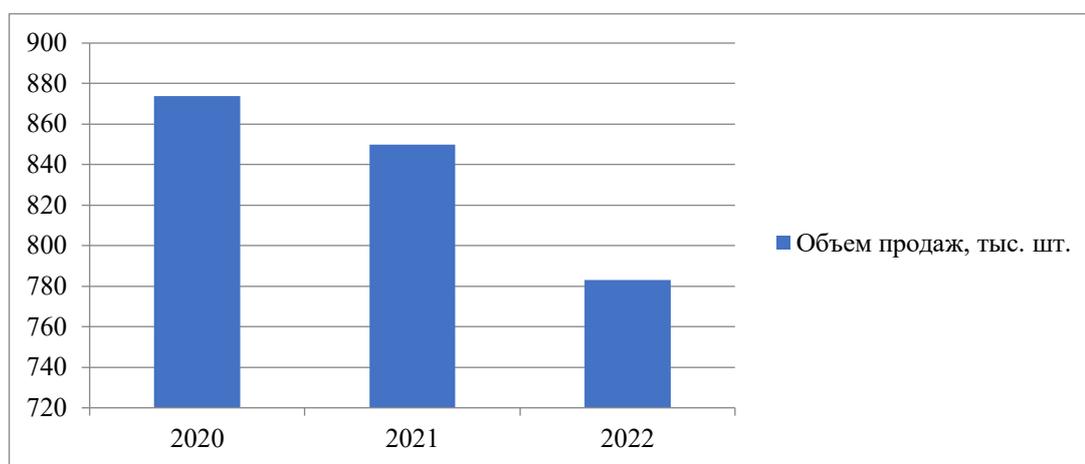


Рисунок 14 – Объем продаж квадроциклов и трициклов в мире в 2020-2022 гг.

Ожидается, что в долгосрочной перспективе спрос на квадроциклы и трициклы будет стимулироваться быстрой урбанизацией, электрификацией и повышением экологического сознания. Квадроциклы и трициклы дешевле, занимают меньше места на дороге и выбрасывают меньше загрязняющих веществ, что делает их идеальными для стран, где пробки на дорогах являются серьезной проблемой, таких как Индия, Филиппины, Колумбия, Индонезия, Китай и Япония.

Кроме того, растущее использование трициклов в логистике и мобильных пунктах питания как в развитых, так и в развивающихся странах способствовало росту индустрии такой техники. Рост этого сегмента повышает спрос на трициклы на корпоративном уровне и способствует

совершенствованию продукции и технологий в секторе. Так, например, компания Gordon Murray Design и ее партнеры по консорциуму Delta Motorsport и itMoves представили MOTIV, уникальный и чрезвычайно универсальный автономный квадроцикл.

Ожидается, что Азиатско-Тихоокеанский регион будет занимать значительную долю рынка в течение прогнозируемого периода, поскольку в регионе уже есть основные рынки для трициклов. За последние несколько лет крупные автопроизводители также представили электрические трициклы по всему региону. Кроме того, Европа и Северная Америка также, вероятно, станут свидетелями быстрого роста, поскольку несколько игроков вкладывают значительные средства в разработку новейших продуктов, чтобы завоевать долю рынка.

Анализ рынка России начнем с оценки рынка мотоциклов.

По данным АО «ППК» за 2023 год на российском рынке было реализовано 27 196 новых мотоциклов, что на 76% больше, чем в 2022-м. Отмечается, что больше всего новой мототехники за всю историю российского рынка было продано только в 2014 году (30 227 штук).

Лидером среди марок по продажам мотоциклов в 2023 году стал отечественный дистрибутор китайских марок Regulmoto с показателем в 3753 проданных экземпляра. За ним следуют Racer (3129 штук), Bajaj (2831 штука), Motoland (2441 штука) и Каюо (1349 штук). Отметку в 1000 реализованных экземпляров мототехники преодолел и Voge (1290 штук).

Самой популярной моделью на российском рынке новой мототехники в 2023 году стал Racer RC300 (1662 проданных экземпляра). Кроме того, в топ-5 попали Motoland XL250 (1262 единицы), Racer RC250 (1111 единиц), Каюо T2 Enduro (1066 единиц) и Regulmoto Sport (1025 единиц).

По данным BusinesStat в 2022 году в России было продано около 16,08 тыс. новых мотоциклов.

В 2021 году в России было продано 18,4 тыс. новых мотоциклов, что на 12,6% больше показателя годичной давности, который был равен 16,4 тыс. Такие данные в феврале 2022 года обнародовало агентство «Автостат».

В 2020 году российский рынок новых мотоциклов вырос на 25%. За 12 месяцев были проданы 16,4 тыс. мотоциклов. Лидерами стали марки из Китая, на которые пришлось 35% всех продаж. На мотоциклы японских и немецких марок приходится 14% и 13,6% рынка соответственно, на индийские и американские – 11,6% и 7,6% соответственно.

На рисунке 15 представлены продажи новых мотоциклов в России в 2020-2023 гг.

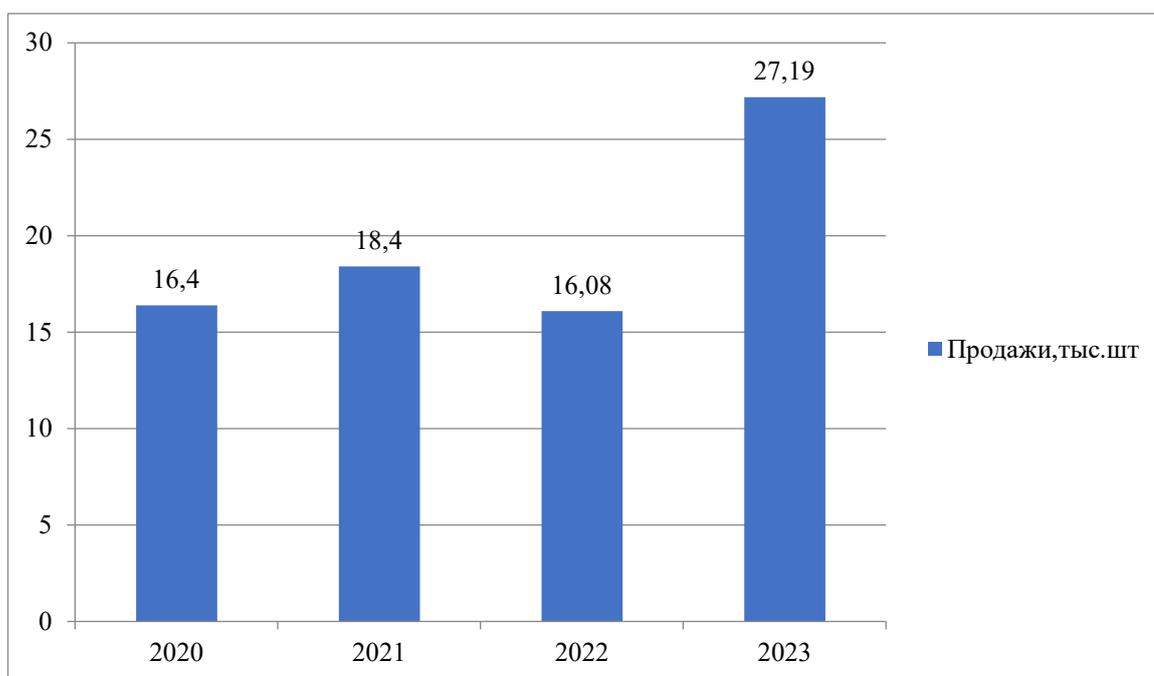


Рисунок 15 – Продажи новых мотоциклов в России в 2020-2023 гг.

По состоянию на 2021 год в РФ было продано более 2,5 млн легких внедорожников, из них 626 тысяч экземпляров – снегоходы, квадроциклы и трициклы. В 2020 году количество реализованных моделей ATV впервые превысило 700 000 штук.

При этом объем российского производства квадроциклов и трициклов в 2020 году составил 6 641 штуку.

В 2023 году российскими предприятиями было выпущено 6 212 квадроциклов и трициклов, что на 11,6% выше по сравнению с результатами 2022 года. Среднегодовой прирост производства (CAGR) квадроциклов и трициклов за период 2017-2023 гг. составил 0,5%. Лидирующий федеральный округ РФ по производству квадроциклов – Центральный ФО (96,1% производства за период с 2017 по 2023), на втором месте – Северо-Западный ФО (3,8% производства).

Производство квадроциклов и трициклов в январе 2024 года снизилось на 79,5% к уровню января прошлого года и составило 53 шт. В то же время весной 2024 года на российском рынке резко выросли продажи квадроциклов. Как сообщают аналитики «Авито Авто», в марте и апреле спрос на новую технику увеличился на 70%, а вторичный рынок увеличился на 49,2%. Наибольшей популярностью пользуются подержанные CFMOTO и новые отечественные Motax.

Отмечается, что в период с марта по апрель продажи подержанных квадроциклов выросли на 49,2%, а с начала 2024-го года – на 25,6%. Одновременно количество объявлений о продаже выросло с начала года на 63,5%, за последние два месяца – на 48,5%.

Наиболее востребованной у россиян стала техника китайской марки CFMOTO, на долю которой приходится 11,9% сделок. Помимо этого, в пятерку наиболее востребованных брендов вошли Stels (9,65%), ATV (9,59%), BRP (6,68%) и Motoland (5,67%).

Отмечается, что канадские квадроциклы оказались самыми дорогими в перечне: средняя стоимость одной машины составляет 1 850 000 рублей. Самыми доступными, напротив, оказались ATV с ценой 99 999 рублей.

Что касается новых квадроциклов и трициклов, то продажи выросли еще сильнее. Так, по сравнению с 2023 годом они увеличились на 24,9%, а в марте и апреле – сразу на 70,3%. За год объявлений о продаже стало больше на 59%.

Чаще всего россияне останавливают свой выбор на продукции российского бренда Motax – доля техники составила 10,99%. Кроме того, в России хорошо продаются квадроциклы CFMOTO (9,63%), Motoland (8,82%), Linhai-Yamaha (7,54%). Среди трициклов популярна продукция Rutrike.

Люди выбирают квадроциклы, трициклы и багги для активного отдыха, гонок по бездорожью или передвижения за городом. Важные преимущества моделей сегмента ATV – маневренность и простота управления.

Примечательно, что в России большинство моделей сегмента ATV классифицируются как самоходные передвижные средства. Именно поэтому их владельцам необходимы специальные водительские права, а также прохождение процедуры постановки квадроциклов на учет в Ростехнадзоре, из-за того, что по техническим параметрам они схожи с сельскохозяйственной техникой. Перемещаться на них по проезжим частям разрешено только при наличии прав, но большая часть багги и квадроциклов вообще не регистрируется в России, так как используется, в основном, за городом в развлекательных целях.

2.3 Характеристика потенциальных потребителей

Целевую аудиторию проекта можно рассматривать по ряду основных критериев.

Тип потребителя. В настоящем проекте основную целевую аудиторию образуют частные лица. Мотовездеходы также планируется реализовывать в государственных организациях (природоохранные организации, лесничества) и коммерческим структурам (компании, предоставляющие прокатную мототехнику в аренду).

Рынок сбыта. Продукцию планируется сбывать на локальном рынке, поэтому основным потребителем выступит местное население и субъекты, функционирующие на территории Самарской области.

Доходы. Целевая аудитория покупателей мотовездеходов представлена преимущественно покупателями со средним доходом и выше.

Возраст. Согласно анализу возрастных характеристик, целевая аудитория подразделяется на две группы: молодые люди, в возрасте до 30 лет, которые приобретают мотовездеход для экстремальной езды по бездорожью и получения острых ощущений; старшая возрастная категория людей (40-50 лет), которые покупают мотовездеход для сопровождения отдыха на природе (охоты, рыбалки).

Покупатели продукции смогут выполнить мотовездеход по индивидуальному заказу (проектирование с возможностью кастомизации) или приобрести готовый вариант трицикла.

2.4 Анализ конкурентной среды

Российские крупные компании с серийным производством мототехники, в том числе трайков:

- «Ижтехмаш» – машиностроительное предприятие, производит мотобуксировщики Лидер / Дельта / Сигма и мотоциклы Скаут;
- Rutrike – производственная компания в Москве, специализируется на продаже средств передвижения на электрической тяге;
- Lebedev Motors – производство техники, предназначенной для использования в тяжелых дорожных и климатических условиях.

Несмотря на наличие серьезных конкурентов, компания планирует укрепиться на рынке и занять свой сегмент с помощью гибкого подхода к ценообразованию, благодаря которому будет смотреться привлекательнее конкурентов.

В таблицах 1 и 2 представлены основные аналоги производимых трайков.

Таблица 1 – Сравнение моделей трайков

Модель	Тип двигателя	Мощность двигателя	Коробка передач	Вес, кг	Объем бака/акб	Цена, руб., от:
Harley-Davidson Tri Glide Ultra	ДВС 1868 см3	87 л.с.	шестиступенчатая	564	22,7 л	3 800 000
Зид «Бархан»	ДВС 200 см3	16,3 л.с.	пятиступенчатая	330	15 л	190 000
Doohan iTank EV3 Pro 3000W	ЭД	мотор-колесо 3000 Вт	двухступенчатая	160	2600 мАч (80-100км)	380 000
Etoro Vespa Sport 2021	ЭД	мотор-колесо 1000 Вт	одна скорость	130	2000 мАч (30-40 км)	120000
Stels Desna 200	ДВС 196 см3	13,9 л.с.	механическая	315	11 л	135 000
TRIKE2B	ЭД	мотор-колесо 250 Вт	одна скорость	50	2240 мАч 50 км	260 000
Can-am SPYDER F3	ДВС 1330 см3	105 л.с.	полуавтоматическая	408	27 л	1 919 000

Таблица 2 – Сравнение моделей электрических трайков

Модель	Страна производитель	Цена, руб.	Мощность двигателя, Вт	Время заряда батареи	Максимальная нагрузка, кг
Грузовой трицикл RuTrike D4 1800 60V 1500W (без АКБ)	Россия	199 900	1500	8-10 часов	1000
Грузовой трицикл RuTrike Гибрид 1500 60V 1000W (без АКБ)	Россия	224 900	1000	8-10 часов	500

Продолжение таблицы 2

Модель	Страна производитель	Цена, руб.	Мощность двигателя, Вт	Время заряда батареи	Максимальная нагрузка, кг
Грузовой трицикл RuTrike Дукал 1500 60V 1000W (без АКБ)	Россия	149 900	1000	8-10 часов	750
Грузовой трицикл RuTrike Алтай 2000 60V 1500W (без АКБ)	Россия	149 900	1500	8-10 часов	1300
Грузовой трицикл RuTrike Антей-У 1500 60V1000W (без АКБ)	Россия	169 900	1000	8-10 часов	1000
Грузовой трицикл RuTrike Атлант 2000 72V 2200W (без АКБ)	Россия	154 500	2200	8-10 часов	1300
Грузовой трицикл RuTrike Вояж К1 1200 60V 800W (без АКБ)	Россия	125 900	800	8-10 часов	400
Грузовой трицикл RuTrike КАРГО 1800 60V1000W (без АКБ)	Россия	229 900	1000	8-10 часов	500
Электротрицикл Rutrike D4 1800 60V1200W	Китай	189 900	1200	8-10 часов	1000
Грузовой электротрицикл Rutrike Круиз 60V/1000W	Китай	159 900	1000	8-10 часов	800
Электрический трицикл с фургоном Силад 500	Россия	262 300	2160	—	500
Rutrike D1 ГП 1200 60V900W	Россия	89 900	900	8-10 часов	300
Электротрицикл Rutrike Шкипер	Китай	109 900	500	8-10 часов	150
Трицикл Rutrike Экипаж	-	129900	800	8-10 часов	200
Электроцикл Rutrike D4 NEXT	Россия	209900	1500	8-10ч	1200

Продолжение таблицы 2

Модель	Страна производитель	Цена, руб.	Мощность двигателя, Вт	Время заряда батареи	Максимальная нагрузка, кг
WHITE SIBERIA SIBTRIKE 2000W	Китай	183900	2000	6-8ч	200
Трицикл Rutrike Топик	Китай	139900	800	8-10ч	—
Трицикл Rutrike Вагон	Китай	99900	800	8-10ч	130
Трицикл Rutrike Патрон	Китай	119900	650	8-10ч	130
Rutrike S2 V2 трансформер	Китай	82500	500	5-8ч	130
Трицикл Rutrike Кэб	Китай	115900	800	8-10ч	150
Трицикл Rutrike Навигатор	Китай	113500	650	8-10ч	130
Rutrike Такт 60V650W	Китай	109900	650	8-10ч	150
Трицикл Rutrike Караван	Китай	126900	800	8-10ч	150
Rutrike Титан 2000 ГИДРАВЛИКА 60V2000W	Россия	269900	1500	8-10ч	1200

Проведенный анализ позволил провести наглядное сравнение 32 моделей трициклов.

2.5 Стратегии продвижения проекта и каналы сбыта

Состояние и тенденции рынка, на котором будет оперировать компания, формируют предпосылки для выбора в качестве основной стратегии предприятия стратегию роста [25].

Стратегия роста определяет следующие стратегические цели компании:

- увеличение объемов реализации трайков с целью полного использования предоставляемых рынком возможностей;
- увеличение рыночной доли на рынке присутствия;

– обеспечение устойчивого развития предприятия.

Для того чтобы о компании и ее продукции узнали на рынке, для увеличения объемов продаж уже в первый год, необходимо внедрить стратегию продвижения [29].

С учетом результатов проведенного маркетингового анализа были выбраны средства маркетинговых коммуникаций, которые позволят сформировать наиболее эффективное позиционирование компании по производству трайков в сознании целевой аудитории. Среди базовых инструментов стратегии продвижения предлагается использовать прямые продажи и таргетированную рекламу.

Прямые продажи. Специфика и идея проекта «диктует» и во многом определяет использование прямых продаж. В качестве объективно эффективного и доступного инструмента предлагается организация рассылки и распространения промо-материалов и предложений жителям города о производимой компанией продукцией. Использование email-рассылки для информирования о продукции природоохранные организации, лесничества, а также компании, которые предоставляют мототехнику в аренду, поможет положительно повлиять на спрос.

Создание сайта и таргетированная реклама. Создание сайта и его дальнейшее продвижение в поисковых системах – как через контекстную рекламу, так и через органическую поисковую выдачу.

После создания и наполнения сайта планируется продвижение с помощью контекстной рекламы. Для начала можно использовать рекламную сеть Яндекса (РСЯ).

2.6 Схема взаимодействия с клиентами и сбыт продукции

Компания будет специализироваться на поиске клиентов самостоятельно. При этом организация будет стремиться постепенно расширять ассортимент производимых изделий, чтобы иметь возможность

предложить на рынке максимально возможный ассортимент. Для установления прочных устойчивых связей с постоянными клиентами инициатор проекта планирует предоставлять скидку при одновременной покупке нескольких трайков, а также клиентам, которые обращаются повторно.

Схема реализации продукции предусматривает отсутствие торговых точек, оформление заказов осуществляются через сайт. Отгрузка транспортного средства осуществляется со склада готовой продукции, который размещен в одном здании с производственными помещениями.

Оплата продукции планируется либо по факту (в случае формирования заказа из готовых изделий, имеющихся на складе), либо с 30% предоплатой за изделия (в случае дополнительного заказа).

Планируется, что на складе будет поддерживаться минимально необходимый объем трайков.

2.7 Производственный план

Для осуществления планируемой деятельности компания будет арендовать нежилое помещение общей площадью 400 кв. м. Здание представляет собой отдельно стоящее нежилое помещение с территорией для заезда, парковки, расположенное на территории г. о. Тольятти. Имеет асфальтируемые подъездные пути. Все коммуникации централизованные. Установлена система приточно-вытяжной вентиляции. В здании планируется размещение офиса фирмы, производственного цеха, склада материалов и склада готовой продукции. Есть два санузла, помещение душевой и кухонная зона.

При цене аренды за квадратный метр, равной 225 рублей, затраты на аренду в месяц составят 90 тыс. руб.

Основные требования, предъявляемые к производственным площадям:

- 1) размещение в нежилом помещении производственного назначения (так как работа цеха связана с высоким уровнем шума);
- 2) расположение на первом этаже, наличие двух входов. Размещение производства на первом этаже обусловлено потребностью осуществления выгрузки и погрузки крупногабаритных материалов. Отдельные входы делаются для цеха и офиса продаж;
- 3) удобство подъезда к зданию, наличие площадки для разгрузки сырья;
- 4) наличие водоснабжения, вентиляции, системы противопожарной безопасности.

2.8 Технология производства электрических мотовездеходов

Компания планирует изготовление мотовездеходов с электрической силовой установкой.

Технология изготовления будет состоять из шести основных этапов:

- составление проекта готового транспортного средства с учетом пожеланий заказчика (в офисном помещении);
- изготовление несущей конструкции (в том числе маятника, рулевого узла): распил, гибка, сварка труб, покраска готовой рамы (в производственном цехе);
- первичная сборка вездехода: установка задней оси со звездочкой и колесами, амортизаторов с передним колесом (в производственном цехе);
- изготовление элементов крепления аккумулятора (распечатка корпуса из ABS-пластика), боковых пластин крепления мотора (лазерная резка стальной пластины);
- установка, подключение и настройка электрической системы (в производственном цехе);
- окончательная сборка остальных компонентов в готовый трайк (в производственном цехе).

Для максимального упрощения производства на ранних этапах функционирования компании планируется приобретать готовую аккумуляторную батарею у поставщика. Это позволит ускорить процесс выпуска готовой продукции, при этом возможность кастомизации характеристик трайка под потребности заказчика не пострадает – ряд российских поставщиков аккумуляторов также предлагают возможность расчета и изготовления батареи на заказ.

В дальнейшем компания рассматривает возможность перехода на собственное производство аккумуляторов, что позволит удешевить их себестоимость [30].

При выборе материала для изготовления несущей конструкции мотовездехода необходимо руководствоваться следующими показателями:

- материал – сталь;
- диаметр несущих труб не менее 32 мм, толщина не менее 2 мм.

Кронштейны компонентов силовой установки изготавливаются из листовой стали толщиной не менее 5 мм.

Корпус аккумулятора изготавливается из ABS-пластика 1,75 мм, облицовывается по бокам алюминиевыми пластинами толщиной 8 мм.

Технология производства будет состоять из следующих этапов.

После утверждения заказчиком желаемых технических характеристик мотовездехода будет производиться подбор электрокомпонентов, которые позволят обеспечить данные характеристики. Расчет аккумулятора будет отдаваться на аутсорс компании-поставщику аккумуляторных батарей. В случае, если по согласованию с заказчиком необходимо внесение изменений в конструкцию мотовездехода (изменение кронштейнов, элементов, составляющих внешний вид трайка, или др.), будет создаваться модель готового вездехода с помощью компьютерной программы («КОМПАС 3D» – программа компьютерного 3D-моделирования для визуализации эскиза модели в трехмерном формате).

Стальные трубы будут раскраиваться (разрезаться) с помощью углошлифовальной машинки согласно чертежам и модели, гнуться на трубогибе, вставляться в специальную технологическую оснастку (стапель) для сварки. Далее готовая рама будет грунтоваться и окрашиваться.

Первичная сборка будет производиться путем крепления к раме маятника с моноамортизатором и задней осью с ведомой звездочкой и колесами в сборе, крепления рулевого управления с амортизаторами и передним колесом.

Корпус аккумулятора будет распечатываться на 3D-принтере из ABS-пластика посредством экспорта модели корпуса в программное обеспечение принтера.

Крепления мотора будут изготавливаться из стальной пластины толщиной 5 мм с помощью лазерной резки. Процесс будет отдаваться на аутсорс.

После получения от компаний-поставщиков элементов электросистемы и установки аккумулятора в распечатанный на 3D-принтере корпус, в раму трайка будут монтироваться электромотор (с боковыми креплениями, полученными с помощью лазерной резки), инвертор и аккумулятор в корпусе.

Окончательная сборка трайка: установка сиденья, кофра, элементов обвеса.

2.9 Оборудование для производства

Для производства мотовездеходов планируется закупить следующее оборудование: трубогиб, сварочный аппарат, углошлифовальная машина, шлифмашина, аккумуляторная дрель-шуруповерт. Позиции оборудования, представленные на рисунке 16, были выбраны исходя из доступности на российском рынке и приемлемой цены.



Рисунок 16 – Оборудование для производства: а – трубогиб; б – сварочный аппарат; в – углошлифовальная машина; г – шлифмашина; д – аккумуляторная дрель-шуруповерт

В таблице 3 представлен перечень необходимого оборудования с ценами.

Таблица 3 – Перечень необходимого оборудования и инструментов

Оборудование и инструменты	Наименование станка или инструмента	Производитель	Цена, тыс. руб.	Ссылка
Трубогиб	Профессионал гидравлический вертикальный трубогиб ЗУБР	Китай	14 200	https://www.vseinstrumenti.ru/product/professional-tvg-8-trubogib-gidravlicheskij-vertikalnyj-1-2-1-8-t-zubr-43078-08-z01-7628529/

Продолжение таблицы 3

Сварочный аппарат	Сварочный полуавтомат Ресанта САИПА-250 MIG/MAG 65/65	Китай	80 690	https://www.vseinstrumenti.ru/product/svarochnyj-poluavtomat-resanta-saipa-250-mig-mag-65-65-1568667/
Углошлифовальная машина	Угловая шлифмашина Makita 125 мм, 720 Вт	Китай	7 490	https://www.vseinstrumenti.ru/product/ushm-f125mm-720vt-11000ob-m-plavnyj-pusk-antirestart-1-4kg-kor-makita-ga5030r-8424021/#searchQuery=болгарка&searchType=redirect
Шлифмашина	Ленточная шлифмашина Ресанта ЛШМ	Китай	6 490	https://www.vseinstrumenti.ru/product/lentochnaya-shlifmashina-resanta-lshm-75-900-75-6-1-1093510/
Аккумуляторная дрель-шуруповерт	Аккумуляторная дрель-шуруповерт Makita DF347DWEX8	Китай	13 490	https://www.vseinstrumenti.ru/product/akkumulyatornaya-drel-shurupovert-makita-df347dwex8-824412/#characteristics
Итого	—	—	122 360	—

Производство мотовездеходов регулируется следующими нормами:

- ГОСТ 34520-2019: Мототранспортные средства. Травмобезопасность наружных выступов. Технические требования и методы испытаний;
- ГОСТ Р 52388-2005: Мототранспортные средства трех- и четырехколесные. Устройства освещения и световой сигнализации. Технические требования;
- ГОСТ Р 52051-2003: Механические транспортные средства и прицепы.

При изготовлении мотовездеходов инициатор проекта планирует приобретать материалы у следующих поставщиков, представленных в таблице 4.

Таблица 4 – Поставщики материалов и комплектующих

Поставщики	Адрес/сайт	Материал, комплектующие, фурнитура	Цена
НЭТЕР	г. Казань, ул. Габдуллы Тукая, 130, Офис 402 https://neter.pro/	Аккумулятор	180 913 руб.
QSS	https://www.avito.ru/korenovsk/zapchasti_i_aksessuary/komplekt_s_elektrodvigatелем_qs_138_90h_4000_vt_v3_3454129908?utm_campaign=native&utm_medium=item_page_android&utm_source=soc_sharing	Комплект: электромотор, инвертор, приборная панель, ручки руля	75 000 руб.
Bike4you.ru	Самарская обл., г. Тольятти, Южное ш., 12, стр. 5 https://bike4you.ru/	Амортизаторы (2 шт.)	2 800 руб.
ЕККА	Московская область, Климовск, ул. Коммунальная, 26, стр. 2 https://ekkatire.ru/	Шины (4 шт.)	20 400 руб.
Scooter-online shop	г. Санкт-Петербург улица Ватутина, д.17К https://scooter-online.ru/	Диски (4 шт.)	9 800 руб.
Море-Мото	Санкт-Петербург, ул. Домостроительная, 3д https://more-moto.ru/	Кофр	10 810 руб.

Продолжение таблицы 4

Поставщики	Адрес/сайт	Материал, комплектующие, фурнитура	Цена
МИР МЕТАЛЛА	Самарская обл., г. Тольятти, ул. Северная, 19, стр. 7 https://www.mirmetalla.com/	Трубы для рамы	Труба 48x6 мм – 0,2 м x 1629 = 326 руб. Труба 32x2 мм – 9 м x 725 = 6525 руб. Труба 25x2 мм – 3,5 м x 618 = 2163 руб. Труба 21x3 мм – 6 м x 674 = 4044 руб. Труба 20x2 мм – 0,2 м x 508 = 101,6 руб. Труба 16x2 мм – 0,3 м x 500 = 150 руб. Труба 12x2 мм – 0,6 м x 456 = 274 руб.
Итого	–	–	326890,2 руб.

Расходные инструменты для обеспечения функционирования производства в течение года перечислены в таблице 5.

Таблица 5 – Расходные материалы и инструмент

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, руб./шт.	Стоимость, руб.
Круг зачистной болгарка	100	70	7000
Круг отрезной болгарка	200	30	21000
Камень для дремеля	100	100	10000
Круги для дремеля	200	20	4000
Болты М10	200	30	6000
Болты М8	150	25	3750
Болты М6	300	15	4500
Болты М5	150	10	1500
Набор инструментов	1	10000	10000
Стол сварочный	1	20000	20000
Катушка для сварочного аппарата	10	2000	20000
Углекислота	4	3000	12000
Набор сверел	10	4180	41800
Маска сварщика	2	10000	20000
Итого	–	–	181550

Таким образом, в год предприятию по производству трайков необходимо тратить порядка 181500 рублей на расходные материалы и инструмент.

2.10 Планируемая программа производства

В таблице 6 представлен план реализации продукции. Запуск производства планируется с июля 2024 года.

Таблица 6 – Производственно-сбытовой план с 2024 по 2029 гг.

Год	Объем продаж, шт. в год	Цена, тыс. руб. за шт.	Выручка, тыс. руб. в год
2024	10	510	5100
2025	25		12750
2026	27		13770
2027	29		14790
2028	31		15810
2029	33		16830
Итого	–		79050

Таким образом, рост объемов производства начиная с 2026 года запланирован на уровне 30 штук ежегодно.

2.11 Организационный план

В рамках проекта предусмотрено создание производственной компании. Основным видом деятельности в соответствии с ОКВЭД будет являться торговля прочими автотранспортными средствами (45.19), а также техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств (45.20), торговля розничная автомобильными деталями, узлами и принадлежностями (45.32).

Планируемая организационно-правовая форма деятельности: общество с ограниченной ответственностью (ООО).

Для правового обеспечения проекта необходимо наличие сертификатов о качестве материалов от поставщиков.

Организационная структура управления компанией по производству мотовездеходов представлена на рисунке 17.



Рисунок 17 – Организационная структура управления предприятием

Бизнес-процессы, не относящиеся к основным функциям, но необходимые для осуществления деятельности компании, будут переданы на аутсорсинг. К таковым бизнес-процессам относятся: транспортные услуги, услуги охраны для обеспечения безопасности и защиты определенной территории, рекламная деятельность, лазерная резка.

В таблице 7 представлены сведения о численности сотрудников компании и заработной плате.

Таблица 7 – Сведения о численности сотрудников и заработной плате

Должность	Оклад, тыс. руб.	Количество человек	Расходы на оплату труда, тыс. руб.
Директор	70	1	70
Инженер	60	1	60
Инженер-электротехник	60	1	60
Бухгалтер	30	1	30
Итого	–	7	220

Необходимое количество штатной численности по каждой категории персонала обуславливается потребностью для осуществления деятельности предприятия по производству мотовездеходов.

В обязанности директора входит организация работы производства; управление персоналом; оптимизация производственных процессов; разработка и контроль выполнения производственных планов; обеспечение бесперебойной работы производства; ведение производственного учета; обеспечение соблюдения установленных стандартов; консультирование клиентов о продукции и услугах; обработка заявок и запросов; сопровождение и контроль заказов клиентов.

В обязанности инженера входит разработка (конструирование) трайков; внесение изменений в модель с учетом потребностей заказчика; расчет заказов, изготовление несущей рамной конструкции с кронштейнами; изготовление креплений электрокомпонентов; осуществление общей сборки вездехода.

В обязанности инженера-электротехника входит подбор электрокомпонентов с учетом потребностей заказчика; установка элементов электрической системы на трайк, подключение, настройка и проверка работоспособности.

В обязанности бухгалтера входит ведение отчетности и бухгалтерской документации.

Распределение должностных обязанностей осуществлено таким образом, чтобы каждый сотрудник был максимально нацелен на выполнение задач организации и выполнял поставленные функции.

Размеры ежемесячных окладов по каждой группе работников обусловлены сложившимся на сегодняшний день средним уровнем оплаты труда на рынке труда по Самарской области.

Этапы реализации проекта представлены в таблице 8. Начало реализации проекта – июль 2024 года.

Таблица 8 – Этапы реализации проекта

№	Этапы реализации проекта	Период (месяц)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Разработка бизнес-плана, подготовка документов	■											
2	Государственная регистрация бизнеса		■										
3	Организация финансирования проекта		■										
4	Поиск помещения для аренды		■	■									
5	Закупка и монтаж оборудования			■	■								
6	Приобретение материалов и сырья				■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	Подбор и обучение персонала				■								
8	Реклама				■	■	■	■	■	■	■	■	■
9	Ввод компании в эксплуатацию					■							
10	Выход на проектную мощность								■				

Как видно из таблицы, проект может быть реализован в течение 12 месяцев.

2.12 Финансовый план

Инвестиционные затраты по проекту составляют 122,36 тыс. руб.

В таблице 9 определена чистая прибыль на основе прогнозной выручки и прогнозных текущих затрат. Планируется использование специального

налогового режима – упрощенной системы налогообложения по ставке 6% от прибыли.

Таблица 9 – Прогноз финансовых результатов, тыс. руб.

Показатель	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Выручка	5100	12750	13770	14790	15810	16830
Себестоимость, управленческие, коммерческие расходы	-4992,9	-	-	-	-	-
- материальные затраты	3268,9	8172,25	8826,03	9479,81	10133,59	10787,37
- амортизация	0	52,7	52,7	52,7	52,7	52,7
- затраты на зарплату	1320	2640	2640	2640	2640	2640
- страховые взносы	399	797	797	797	797	797
- прочие затраты	5	10	10	10	10	10
Прибыль от продаж	-23	818	1184	1550	1916	2283
- проценты к уплате	306	765	826	887	949	1010
Чистая прибыль (- УСН 6%)	-329	53	358	663	968	1273

Так, прогнозная динамика выручки и чистой прибыли представлена на рисунке 18. Выручка рассчитана, исходя из увеличения объема продаж на 2 штуки в год.

Текущие затраты представлены материальными затратами, фондом оплаты труда, страховыми взносами, прочими затратами. Амортизация рассчитана линейным методом.



Рисунок 18 – Динамика выручки и чистой прибыли за 2024-2029 гг.

На основании спрогнозированных базовых денежных потоков далее рассчитаны дисконтированные денежные потоки (таблица 10).

В качестве ставки дисконтирования взято значение 23%. Ставка дисконтирования определена нормативным методом. Так, к безрисковой ставке, взятой на уровне ключевой ставки Банка России, которая на текущий момент составляет 16%, прибавлена премия за риск (7%).

Таблица 10 – Прогноз дисконтированных денежных потоков от инвестиционной и операционной деятельности

	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Диск. инвестиционные затраты, тыс. руб.	-99	0	0	0	0	0
Диск. денежный поток от операционной деятельности, тыс. руб.	-267	70	221	313	362	383
Диск. суммарный денежный поток, тыс. руб.	-367	70	221	313	362	383
Диск. суммарный денежный поток нарастающим итогом, тыс. руб.	-366,59	-296,87	-76,28	236,32	598,82	981,61

Проект по производству и продаже трайков будет иметь следующие показатели:

- внутренняя норма доходности (IRR) – 83%;
- чистый дисконтированный доход (NPV) – 1 207,38 тыс. руб.;
- дисконтированный срок окупаемости (DPP) – 3,35 года;
- срок окупаемости (PP) – 2,91 года.

График окупаемости инвестиционного проекта на основе базовых денежных потоков от инвестиционной и операционной деятельности представлен на рисунке 19.

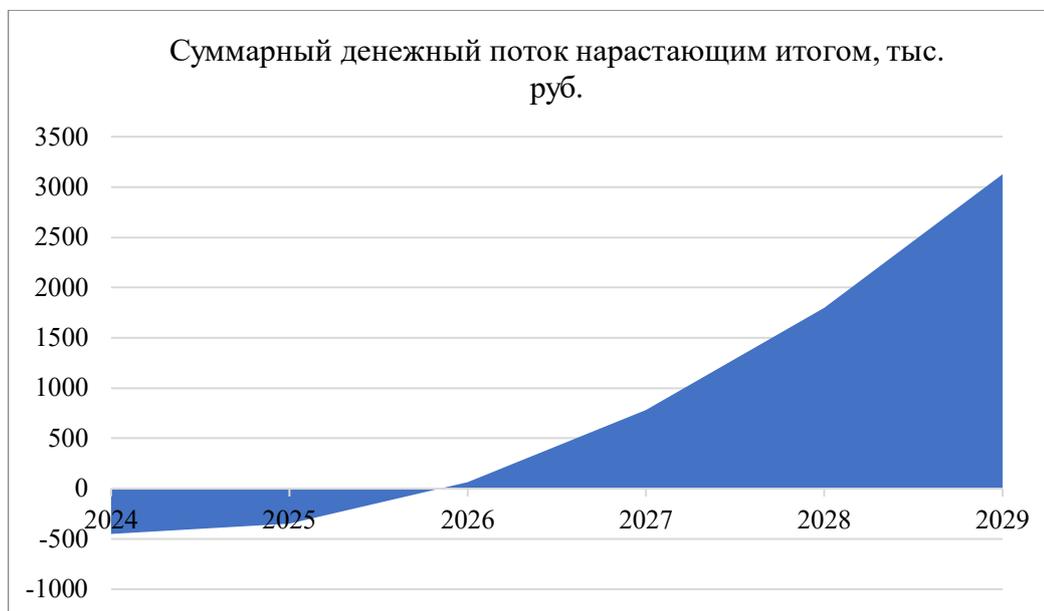


Рисунок 19 – График окупаемости инвестиционного проекта на основе базовых денежных потоков от инвестиционной и операционной деятельности

График окупаемости инвестиционного проекта на основе дисконтированных денежных потоков от инвестиционной и операционной деятельности представлен на рисунке 20.

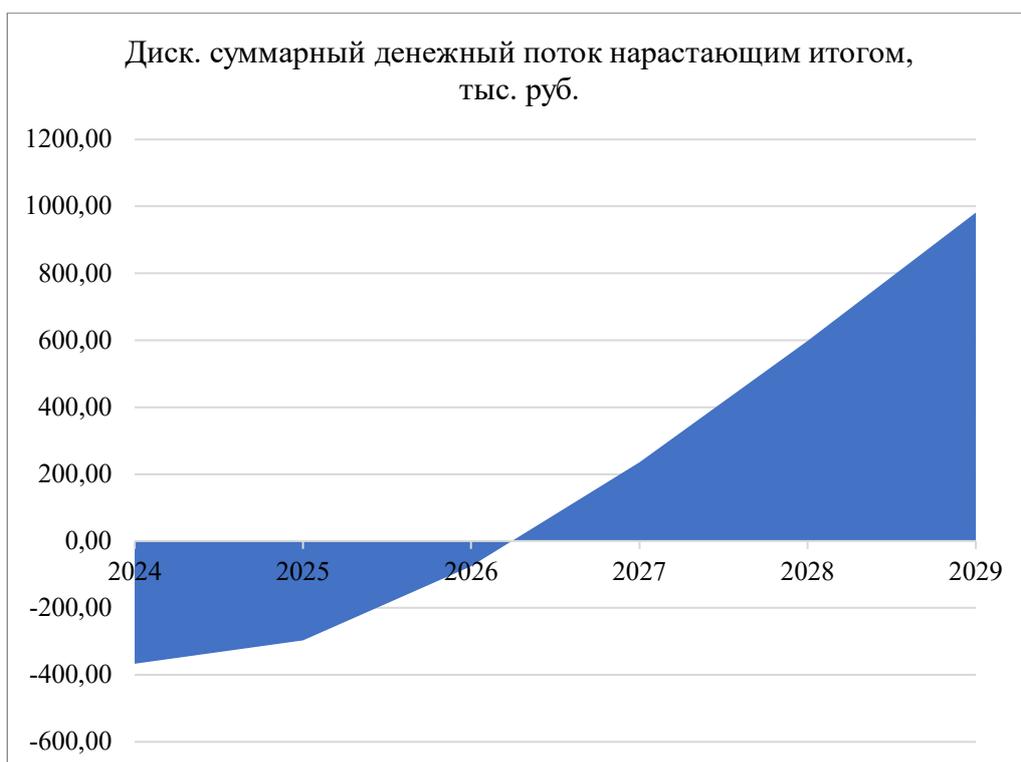


Рисунок 20 – График окупаемости инвестиционного проекта на основе дисконтированных денежных потоков от инвестиционной и операционной деятельности

Таким образом, проект по производству и продаже трайков будет эффективен и рекомендуется к реализации.

2.13 Оценка рисков (рыночный, организационный, технологический)

В своей деятельности компании сталкиваются с высокой рыночной неопределенностью и разнообразными рисками, которые при некоторых обстоятельствах могут отразиться на результатах их деятельности.

Анализ отечественных компаний, занимающихся производством мототехники, свидетельствует о том, что в условиях высокой конкуренции при снижении платежеспособного спроса, в связи с ухудшением макроэкономической ситуации, возрастают риски неверной оценки прогнозируемого дохода и невозможности уплаты по своим обязательствам.

Для того чтобы заранее оценить влияние рисков на деятельность организации была проведена оценка рисков на основе рекомендаций стандарта по управлению проектами PMI PMBoK (The Standard for Project Management and A Guide to the Project Management Body of Knowledge). Риски были классифицированы по группам: технологические (производственный, организационно-управленческий, финансовый, экономический, с помощью матрицы «вероятность-влияние» (таблица 11), по шкале оценки рисков (таблица 12).

Таблица 11 – Матрица «вероятность-влияние»

Качественная оценка вероятности риска		Качественная оценка влияния риска				
		Незначительное	Небольшое	Среднее	Значительное	Катастрофическое
		0,10	0,30	0,50	0,70	0,90
Минимальная	0,10	0,01	0,03	0,05	0,07	0,09
Низкая	0,30	0,03	0,09	0,15	0,21	0,27
Средняя	0,50	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45
Высокая	0,70	0,07	0,21	0,35	0,49	0,63
Максимальная	0,90	0,09	0,27	0,45	0,63	0,81

Таблица 12 – Шкала оценки рисков

Оценка риска	Значение
Высокий	>0,3
Средний	>0,07
Низкий	≤0,07

Результат оценки представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Оценка рисков

Вид риска	Описание риска	Вероятность возникновения риска (0-1)	Влияние риска (0-1)	Оценка риска
Рыночный	Рост цен на материалы и комплектующие	Максимальная (0,9)	Значительное (0,7)	Высокий (0,63)
Рыночный	Опережающий рост стоимости комплектующих в структуре затрат	Высокая (0,7)	Значительное (0,7)	Высокий (0,49)
Рыночный	Высокая конкуренция на российском рынке	Максимальная (0,9)	Значительное (0,7)	Высокий (0,63)
Рыночный	Недостаточный объем спроса	Высокая (0,7)	Значительное (0,7)	Высокий (0,49)
Рыночный	Несоответствие продукции ожиданиям потребителей	Минимальная (0,1)	Небольшое (0,3)	Низкий (0,03)
Рыночный	Нехватка денежных средств на этапе проектирования и запуска производства	Низкая (0,3)	Значительное (0,7)	Средний (0,21)
Операционный	Низкая квалификация кадров	Средняя (0,5)	Незначительное (0,1)	Низкий (0,05)
Операционный	Неэффективное использование ресурсов	Средняя (0,5)	Значительное (0,7)	Высокий (0,35)
Операционный	Низкая скорость принятия решений, административные барьеры	Минимальная (0,1)	Незначительное (0,1)	Низкий (0,01)
Операционный	Недостаточность информации для принятия решений	Низкая (0,3)	Небольшое (0,3)	Средний (0,09)
Операционный	Срыв графика инвестиционного плана	Максимальная (0,9)	Значительное (0,7)	Высокий (0,63)
Технологический	Недобросовестность поставщика	Высокая (0,7)	Значительное (0,7)	Высокий (0,49)

К наиболее существенным рыночным рискам следует отнести высокую конкуренцию (0,63 – риск высокий) и рост цен на материалы и комплектующие (0,63 – риск высокий). Отечественные производители вынуждены работать в условиях возрастающей конкуренции. Наибольшую угрозу представляют крупные компании в средней и низкой ценовой категории.

К наиболее существенным организационным рискам следует отнести срыв графика инвестиционного плана и риск неэффективного использования ресурсов. Вследствие низкой квалификации производственного и управленческого персонала финансовые и материальные ресурсы предприятия могут использоваться неэффективно (возникают потери от брака, закупается некачественные материалы и комплектующие и т.п.).

Для снижения этих рисков необходимо детально проработать все этапы проекта: составить сетевую модель, осуществить подбор и заключить договор с компаниями по поставке материалов и комплектующих, которые имеют высокую репутацию на рынке.

Выводы по разделу

В рамках данного раздела был разработан и описан бизнес-план для предприятия, занимающегося изготовлением и сбытом малогабаритных мотовездеходов с электросиловой установкой. Произведенные расчеты позволяют сделать вывод о том, что внутренняя норма доходности предприятия составит 83%, чистый дисконтированный доход – 1 207,38 тыс. руб., срок окупаемости – 2,91 года, дисконтированный срок окупаемости – 3,35 года.

3 Разработка конструкции мотовездехода

3.1 Тяговый расчет

Основной движущей силой трицикла, также, как и автомобилей, является касательная реакция дороги на ведущие колеса, которая возникает в результате работы двигателя и трансмиссии и обусловлена взаимодействием колеса с дорогой.

Для определения максимально возможной величины касательной реакции расчеты базируются на внешней скоростной характеристике двигателя, которую строят по результатам его испытания. При отсутствии экспериментальных данных используют эмпирические зависимости с использованием коэффициентов, соответствующих разным типам двигателей.

Построение кривой эффективного момента M в Н·м производят по формуле (1):

$$M = \frac{N}{n}, \quad (1)$$

где N – мощность, Вт;

n – угловая скорость коленчатого вала, обороты в секунду.

Мощность и момент, приведенные к ведущим колесам, уменьшают с учетом потерь в трансмиссии, которые выражают значением КПД.

Для автотранспортных средств, движущихся с высокими скоростями, производят тягово-динамический расчет с целью определения максимально достижимых скоростей на разных передачах в трансмиссии, определении времени и пути разгона. Для трицикла экологического назначения его динамические характеристики не являются определяющими, поскольку он эксплуатируется на грунтовых дорогах и в условиях движения по бездорожью.

В соответствии с Приложением №1 к приказу МВД России от 26.06.2018 № 399, регистрации в ГИБДД подлежат автотранспортные средства с рабочим объемом двигателя внутреннего сгорания более 50 куб. см или максимальной мощностью электродвигателя более 4 кВт, а также максимальной конструктивной скоростью более 50 км/час, и прицепов к ним, предназначенных для движения по автомобильным дорогам общего пользования. Все автотранспортные средства, имеющие меньшие значения указанных технических показателей, регистрации в ГИБДД не подлежат. С позиции разработки плана мелкосерийного производства таких автотранспортных средств это условие (отсутствие необходимости регистрации мотовездехода как транспортного средства в ГИБДД) может быть привлекательным для нескольких сегментов потенциальных покупателей.

Таким образом, целевыми параметрами при разработке трансмиссии и выборе двигателя является следующее:

- максимальная мощность не более 4 кВт,
- максимальная конструктивная скорость не более 50 км/ч,
- наименьшая цена для компенсации дороговизны производства прототипа;
- компактность и небольшой вес, которые позволят не утяжелять конструкцию;
- доступность к приобретению на российском рынке;
- надежность.

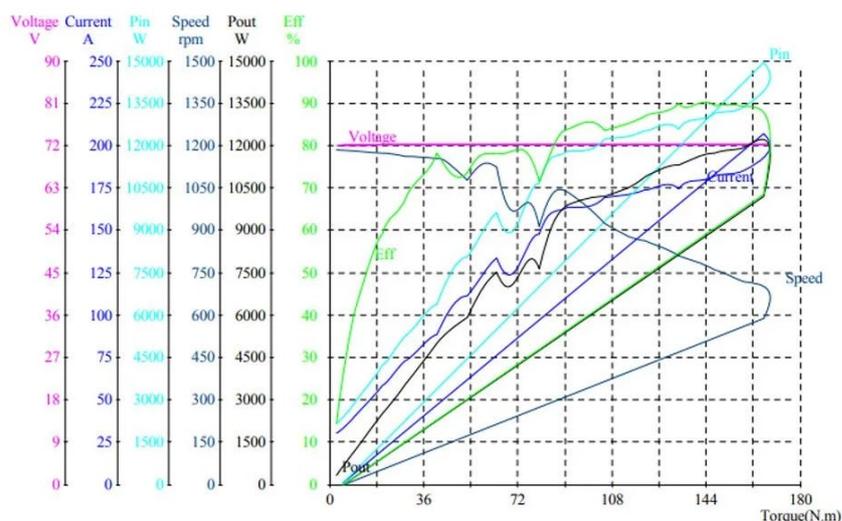
В ходе осуществления выбора электрического двигателя было проведено сравнение нескольких доступных для покупки в РФ моделей с различными характеристиками (таблица 14). Сравнение проводилось по таким параметрам, как напряжение, номинальная мощность, пиковая мощность, частота вращения, вес и цена [21].

Таблица 14 – Сравнение двигателей

	Электродвигатель 1500 Вт BLDC-108	Revolt RV-160Em 28KV	QS138 90H 4000W V3
Напряжение, В	48	156	72
Номинальная мощность, кВт	1,5	12	4
Пиковая мощность, кВт	3,0	21	13,5
Частота вращения, об/мин	4000	3500	4800
Вес, кг	3,9	8,3	10,8
Цена, руб.	28900	64530	38316

На основе приведенной таблицы для привода трицикла был выбран электродвигатель QS138 90H 4000W V3.

Технические характеристики выбранного электродвигателя представлены продавцом в виде графика и таблиц (рисунки 21-22).



State	Voltage	Current	Pin	Torque	Speed	Pout	Eff	Time
	V	A	W	N. m	rpm	W	%	S
No_Load	72.04	30.14	2171	2.5	1183	309.7	14.3	0.000
Eff_max	72.11	177.0	12763	142.2	788	11732	91.9	67.63
Pout_max	72.11	198.2	14290	172.1	703	12667	88.6	79.05
Torque_max	72.11	198.2	14290	172.1	703	12667	88.6	79.05
End	72.23	0.956	69.09	5.4	0	0	0	82.85

Рисунок 21 – Характеристики двигателя QS138 90H 4000W V3

Тип двигателя	Внутренний двигатель ротора PMSM	Конструкция двигателя	одинарная ось
Марка	ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ QS, ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ QS	Колесо с совпавской	17 дюйма (по умолчанию)
Высота магнита	90 мм, 5 пар полюсов	Номинальная мощность	4000 Вт (макс. Продолжить 7500 Вт)
Пиковая мощность	13,5 кВт	Номинальный крутящий момент	32 Н·м.
Номинальное напряжение	72 в.	Скорость	4800 ОБ/МИН
С ослаблением потока	7000 ОБ/МИН	Макс. Крутящий момент	150N.M.
Способ охлаждения	Воздушное охлаждение	Максимальная эффективность	93%
Номинальный ток	60 А.	Макс. Ток шины	200А
Термный датчик	КТУ83/122 (по умолчанию)	Рабочая температура	70–120 °С, пиковое 150 °С.
Провод фазы	поперечное сечение 20 мм ²	Водонепроницаемый класс	IP67
Цвет	Черный	НМ/ОГ	10,8 кг/11,5 кг
Размер упаковки	34*34*33 см.	Датчик Холла	Одинарная пластина с водонепроницаемыми разъемами

Рисунок 22 – Описание двигателя QS138 90Н 4000W V3

Тяговый расчет трицикла будем проводить исходя из условия мощностного баланса электродвигателя и мощности сил сопротивления поступательному движению по формуле (2):

$$N = P \cdot V \frac{H \text{ м}}{c} \quad (2)$$

С учетом потерь мощности двигателя в элементах цепной передачи ($\eta_{ц} = 0,97$) и двух подшипников на валу вращающихся колес ($\eta_{п} = 0,995^2$) общий КПД $\eta = 0,967$ [2]. Таким образом, общая активная мощность на ведущих колесах по формуле (3) составит:

$$N_k = 4000 \times 0,967 = 3968 \text{ Вт} \quad (3)$$

На масштабной схеме А (рисунок 23) показан трицикл с указанием координат (мм) места расположения центра масс (силы веса, кгс) его основных элементов.

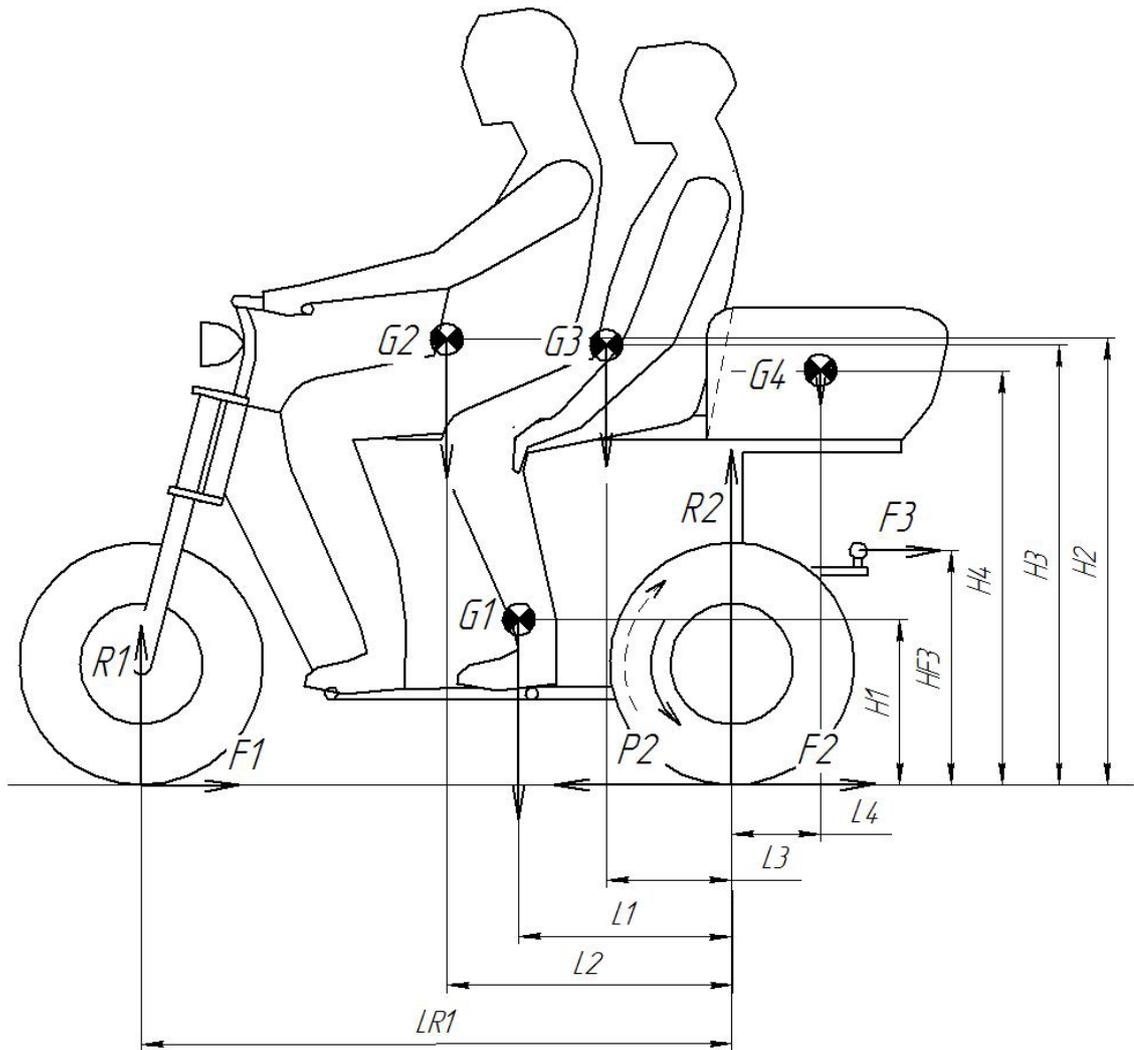


Рисунок 23 – Схема А

$G_1 = 115$ – сила веса трицикла, $L_1 = 485$, $H_1 = 380$.

$G_2 = 80$ – сила веса водителя, $L_2 = 652$, $H_2 = 1028$ (по статистике центр тяжести прямо сидящего человека находится на уровне пупка со сдвигом наружу на 2,5 см, в нашем случае человек и его ноги отклонены назад).

$G_3 = 70$ – сила веса пассажира, $L_3 = 287$, $H_3 = 1012$.

$G_4 = 20$ – сила веса груза в багажнике, $L_4 = 194$, $H_4 = 950$.

$LR_1 = 1350$ – база трицикла.

R_1 – радиальная сила реакции дороги на управляемое колесо.

R_2 – суммарная радиальная сила реакции дороги на ведущие колеса.

F_1 – сила сопротивления качению управляемого колеса.

F_2 – сила сопротивления качению двух ведущих колес.

F_3 – сил сопротивления движения прицепа, H_3 – высота от уровня дороги до головки фаркопа.

При тяговом расчете взаимодействие колес с дорожным покрытием выражают двумя силами: силой сопротивления качению колес и силой сцепления ведущих колес с дорожным покрытием. Сила сопротивления качению колес рассчитывается по формуле (4):

$$P_2 = R_1 \cdot f + R_2 \cdot f \quad (4)$$

Сила сцепления ведущих колес с дорожным покрытием рассчитывается по формуле (5):

$$P_\varphi = R_2 \cdot \varphi \quad (5)$$

Значения коэффициентов определяют при проведении специальных испытаний [26]. Коэффициенты существенно зависят от конструкции каркаса шины, давления воздуха в шине, которое непосредственно влияет на пятно контакта шины, как гибкой оболочки, с дорожным покрытием, а также рисунка протектора, состояния дорожной поверхности.

В таблице 15 приведены значения коэффициентов для типовых автомобильных колес, используя которые в тяговом расчете можно получить представление о тяговых качествах трицикла.

Таблица 15 – Коэффициент сопротивления качению колес f и сцеплению колес φ (для типовых автомобильных колес)

Дорожное покрытие и его состояние	Коэффициент f	Коэффициент φ
Асфальтобетонное:		

в хорошем состоянии	0,015 – 0,018	0,70 – 0,80
в удовлетв. состоянии	0,018 – 0,020	0,30 – 0,40
Гравийное, щебеночное:		
сухое	0,03	0,6 – 0,7
мокрое	0,05	0,3 – 0,4
Грунтовая дорога:		
сухая, укатанная	0,03 – 0,05	0,50 – 0,60
после дождя	0,05 – 0,15	0,30 – 0,35
Песчаное и суглинистое:		
сухое	0,10 – 0,30	0,50 – 0,60
сырое	0,06 – 0,15	0,30 – 0,40
Суглинистая целина:		
сухая	0,040 – 0,060	0,50 – 0,60
в пластичном состоянии	0,100 – 0,200	0,20 – 0,40
в текучем состоянии	0,200 – 0,300	–
луговая	0,06 – 0,100	–
Скошенный луг:		
влажный	0,08	0,7
Скошенные злаковые (стерня):		
влажная	0,10	0,6
Свежевспаханное поле	0,18	0,4
Обледеленая дорога	0,015 – 0,030	0,08 – 0,10
Снежная укатанная дорога	0,07 – 0,10	0,20 – 0,30

Для автомобилей существенная доля мощности двигателя расходуется на преодоление сопротивления воздуха, выражаемого эмпирической формулой (6):

$$P_B = k_B \cdot F_B \cdot V^2 \quad \text{Н}, \quad (6)$$

где k_B – эмпирический коэффициент обтекаемости;

F_B – лобовая площадь, как произведение колеи на высоту автомобиля;

V – скорость автомобиля.

При этом затрачиваемая мощность в Вт рассчитывается по формуле (7):

$$N_B = k_B \cdot F_B \cdot V^3 \quad (7)$$

Отсюда следует, что при увеличении скорости от 50 до 100 км/час мощность увеличивается в 8 раз, а при уменьшении со 100 до 25 км/час – уменьшается в 16 раз.

Определим радиальные реакции на колесах трицикла, стоящего на горизонтальной поверхности. Сумма моментов сил относительно точки контакта ведущих колес с поверхностью рассчитывается по формулам (8) и (9):

$$M_2 = G1 \cdot L1 + G2 \cdot L2 + G3 \cdot L3 - G4 \cdot L4 - R1 \cdot LR1 = 0 \quad (8)$$

$$R1 = (115 \cdot 485 + 80 \cdot 652 + 70 \cdot 287 - 20 \cdot 194) / 1350 = 89,5 \text{ кгс} \quad (9)$$

Радиальную реакцию на задних колесах находим из баланса сил по формулам (10) и (11):

$$R1 + R2 = 115 + 80 + 70 + 20 = 285 \quad (10)$$

$$R2 = 285 - 89,5 = 195,5 \text{ кгс} \quad (11)$$

Поскольку 1 кгс = 9,81 Н, для простоты расчетов примем 1 кгс = 10 Н, тогда $R1 = 895 \text{ Н}$, $R2 = 1955 \text{ Н}$.

Рассмотрим движение трицикла без прицепа по сухой грунтовой дороге ($f = 0,05$, $\varphi = 0,6$). Сила сопротивления движению рассчитывается по формуле (12):

$$F = 285 \cdot 0,05 = 14,25 \text{ кгс} \quad (12)$$

$$F = 142,5 \text{ Н}$$

Необходимый момент на ведущих колесах рассчитывается по формуле (13):

$$M_{BK} = F \cdot r \quad (13)$$

При диаметре покрышки 558 мм с учетом ее деформации под радиальной нагрузкой примем $r = 274$ мм. Тогда крутящий момент будет равен:

$$M_{BK} = 142,5 \cdot 0,274 = 39,455 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Реактивный момент, воспринимаемый рамой трицикла, меняет радиальные реакции на колеса согласно формулам (14)-(15):

$$RI_{\text{д}} = (115 \cdot 485 + 80 \cdot 652 + 70 \cdot 287 - 20 \cdot 194 - 3945,5) / 1350 = 89,03 \text{ кгс} \quad (14)$$

$$R2_{\text{д}} = 285 - 89,03 = 195,97 \text{ кгс} \quad (15)$$

При движении происходит уменьшение сцепного веса, приходящегося на управляемое колесо, до $RI_{\text{д}} / RI = 99,4\%$, что приводит к соответствующему ухудшению управляемости трицикла.

Ожидаемая скорость движения трицикла по горизонтальной грунтовой дороге, при условии реализации полной мощности двигателя, будет рассчитываться по формуле (16):

$$V = N_k / F_f = 3968 / 142,5 = 27,84 \text{ м/с} \quad (16)$$

$$V = 100,22 \text{ км/час}$$

Таким образом, электронный блок, управляющий двигателем, должен уменьшить мощность до получения скорости 50 км/час, т.е. 13,9 м/с, что соответствует мощности по формуле (17):

$$N = F_f \cdot V \quad (17)$$

$$N = 142,5 \cdot 13,9 = 1980 \text{ Вт}$$

При передаточном числе цепной передачи $i_{Ц} = 1$ и известном передаточном числе встроенного в двигатель редуктора $i_p = 2,35$ найдем скорость вращения ротора электродвигателя постоянного тока при движении со скоростью 50 км/час при радиусе колеса $r = 0,274$ м. Скорость вращения колес будет рассчитываться по формуле (18):

$$n_k = (13,9 / 2 \cdot 3,14 \cdot 0,274) \cdot 60 = 484,8 \text{ об/мин} \quad (18)$$

Скорость вращения ротора электродвигателя будет рассчитываться по формуле (19):

$$n_d = 484,8 \cdot 2,35 = 1139,3 \text{ об/мин} \quad (19)$$

При движении трицикла по асфальтобетонной дороге ($f = 0,015 - 0,018$) в сравнении с грунтовой дорогой ($f = 0,05$) потребуется мощность (0,30 – 0,36) 1980, т.е. 594 – 713 Вт. Таким образом, двигатель имеет достаточно большой запас мощности, позволяющий трициклу буксировать прицеп с грузом.

Хорошо спроектированный и правильно загруженный прицеп дает минимальную весовую нагрузку на головку фаркопа, что облегчает проведение соединения и разъединения прицепа с тягачом.

Сила сопротивления движению прицепа будет рассчитываться по формуле (20), как принято в схеме А:

$$F_{fd} = (G_{II} + G_{I'})f = F_3 \quad (20)$$

$$F_3 = 11,5 \text{ кгс}$$

Момент силы, действующий на трицикл, равен $F_3 \cdot HF_3$. Сумма моментов сил относительно точки контакта ведущих колес с поверхностью, при наличии прицепа, будет выражена формулами (21)-(22):

$$M_2 = (G_1 \cdot L_1 + G_2 \cdot L_2 + G_3 \cdot L_3 - G_4 \cdot L_4) - M_k - R_{I_d} \cdot LR_1 - F_3 \cdot HF_3 = 0 \quad (21)$$

$$M_k = (285+230) \cdot 0,05 \cdot 274 = 7055,5 \text{ кгс} \cdot \text{мм} \quad (22)$$

Используя полученные ранее численные значения, можно рассчитать:

$$M_2 = 124145,5 - 7055,5 - R_{I_d} \cdot 1350 - 11,5 \cdot HF_3 = 0$$

Если принять, как это показано на масштабной схеме А, высоту фаркопа от уровня дороги $HF_3 = 540$ мм, то по формуле (23) получим:

$$R_{I_d} = (120199,5 - 11,5 \cdot 540) / 1350 = 82,1 \text{ кгс} \quad (23)$$

Радиальная нагрузка на в ведущие колеса рассчитывается по формуле (24):

$$R_{2_d} = 285 - 82,1 = 202,9 \text{ кгс} \quad (24)$$

Таким образом происходит уменьшение сцепного веса, приходящегося на управляемое колесо, до $Rl_D / Rl = 91,7\%$, что приводит к соответствующему ухудшению управляемости трицикла, но может быть принято приемлемым.

Сила сцепления ведущих колес с дорогой согласно формуле (25) будет равняться:

$$P\phi = 202,9 \cdot 0,6 = 121,7 \text{ кгс} \quad (25)$$

Полученное значение больше суммарной силы сопротивления движению, которое рассчитывается по формуле (26):

$$F = 14,25 + 11,5 = 25,75 \text{ кгс} \quad (26)$$

Таким образом, ограничений движения трицикла с прицепом по этому показателю нет.

Общая сила сопротивления движению трицикла с прицепом, по формуле (27), равна:

$$(115 + 80 + 70 + 20 + 230) 0,05 = 25,75 \text{ кгс или } 257,5 \text{ Н} \quad (27)$$

Определим скорость движения трицикла с прицепом по формуле (28), где учитывается мощность, поступающая от двигателя на колеса:

$$V = N / P \quad (28)$$

Тогда скорость рассчитаем по формуле (29):

$$V = 3968 / 257,5 = 15,4 \text{ м/с} \quad (29)$$

$$V = 55,4 \text{ км/час}$$

При этом электронный блок, так же, как и при движении без прицепа, должен ограничивать скорость движения.

С учетом неровности дороги и других мешающих движению факторов, водитель, управляя подаваемым на двигатель током, может выбирать нужную скорость движения.

Рассмотрим режим движения трицикла с водителем на грунтовой дороге с углом подъема A° (схема В на рисунке 24).

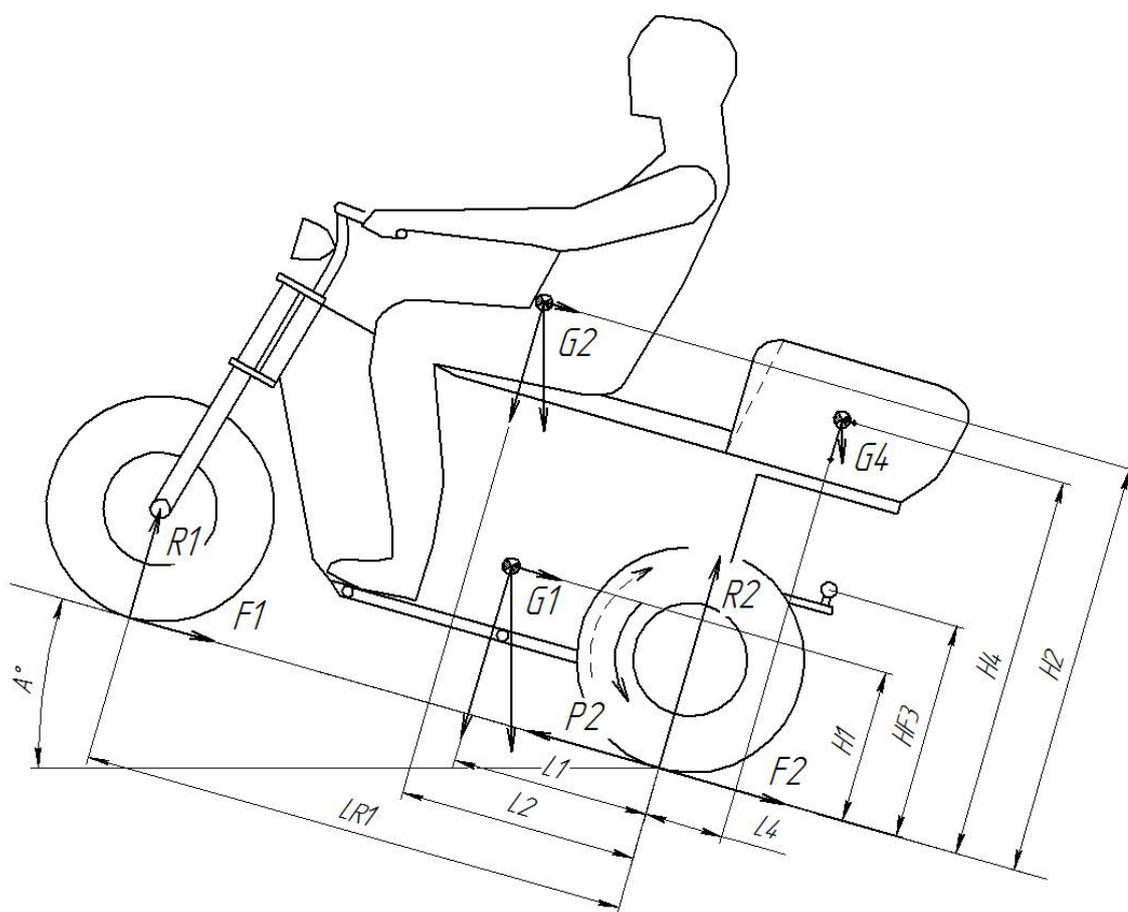


Рисунок 24 – Схема В

В этом случае трицикл прижимается перпендикулярными к поверхности дороги проекциями сил веса, и сила сопротивления качению колес будет выражена формулой (30):

$$F_f = (G1 + G2 + G4) \cdot f \cdot \cos A^\circ \quad (30)$$

Сила преодоления подъема выражается суммой проекций сил веса по формуле (31):

$$F_{II} = (G1 + G2 + G4) \cdot \sin A^\circ \quad (31)$$

Для варианта, когда $A^\circ = 16^\circ$, F_f будет рассчитываться по формуле (32):

$$F_f = (115 + 80 + 20) \cdot 0,05 \cdot 0,961 = 10,33 \text{ кгс} \quad (32)$$

Проекция сил веса, параллельные F_{II} , могут быть выражены по формуле (33):

$$F_{II} = (115 + 80 + 20) \cdot 0,275 = 59,12 \text{ кгс} \quad (33)$$

Общая сила тяги на ведущих колесах $P2 = 69,45$ кгс. Момент сил на ведущих колесах, при их радиусе 0,274 м, и реактивный момент рассчитываются по формуле (34):

$$M_K = 694,5 \cdot 0,274 = 190,3 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (34)$$

Радиальную реакцию R_{II} для стоящего на дороге трицикла находим из суммы моментов по формуле (35):

$$M_{2II} = (G1 \cdot L1 + G2 \cdot L2 - G4 \cdot L4) \cos A^\circ - (G1 \cdot H1 + G2 \cdot L2 + G4 \cdot H4) \sin A^\circ - R_{II} \cdot LR1 = 0 \quad (35)$$

$$M_{2II} = 99948,8 - 39716,3 - R_{II} 1350 = 0$$

Отсюда $R1_{\Pi} = 44,61$ кгс. Когда трицикл стоит на горизонтальной поверхности $R1$ будет рассчитываться по формуле (36):

$$R1 = 104005 / 1350 = 77,0 \text{ кгс} \quad (36)$$

Снижение радиальной нагрузки на управляемое колесо по сравнению с положением стоящего трицикла на горизонтальной поверхности составляет $R1_{\Pi} / R1 = 57,9\%$. Это ухудшит управляемость.

При движении в баланс $M_{2\Pi\Pi}$ будет входить, как реактивный, крутящий момент на ведущих колесах $M_K = 19030$ кгс · мм. $M_{2\Pi\Pi}$ будет рассчитываться по формуле (37):

$$M_{2\Pi\Pi} = (G1 \cdot L1 + G2 \cdot L2 - G4 \cdot L4) \cos A^\circ - (G1 \cdot H1 + G2 \cdot L2 + G4 \cdot H4) \sin A^\circ - M_K - R1_{\Pi\Pi} \cdot LR1 = 0 \quad (37)$$

$R1_{\Pi\Pi}$ будет рассчитываться по формуле (38):

$$R1_{\Pi\Pi} = (99948,8 - 39716,3 - 19030) / 1350 \quad (38)$$

$$R1_{\Pi\Pi} = 30,5 \text{ кгс}$$

При движении трицикла радиальная нагрузка на управляемое колесо уменьшится до $R1_{\Pi\Pi} / R1 = 39,6\%$.

Радиальная реакция дороги на ведущих колесах определяется из баланса сил, перпендикулярных дороге:

$$(115+80+20) \cdot 0,961 - 30,5 - R2_{\Pi} = 0$$

$$R2_{\Pi\Pi} = 176,1 \text{ кгс}$$

Сила сцепления ведущих колес с дорогой рассчитывается по формуле (39):

$$P\varphi = 176,1 \cdot 0,6 = 105,6 \text{ кгс} \quad (39)$$

Полученное значение больше общей силы сопротивления движению $P_2 = 69,45$ кгс, что указывает на отсутствие ограничений возможности движения по этому показателю.

Радиальная нагрузка на управляемое колесо по сравнению с положением стоящего трицикла на горизонтальной поверхности составляет:

$$RI_{\text{ПД}} / RI = 39,6\%$$

Это уже существенно ухудшит управляемость трицикла [13].

Если трицикл будет буксировать прицеп, то это приведет к увеличению сопротивления движению на величину:

$$(G_{np} + G_{cp}) \cdot f \cdot \cos 16^\circ = 11 \text{ кгс}$$

$$(G_{np} + G_{cp}) \cdot \sin 16^\circ = 63,25 \text{ кгс}$$

Вместе с силой сопротивления самого трицикла 69,45 кгс, это будет 143,7 кгс. Дополнительный момент на ведущих колесах:

$$143,7 \cdot 274 = 39373,8 \text{ кгс} \cdot \text{мм}$$

Момент от сил сопротивления прицепа, приложенных на высоте фаркопа 540 мм, будет равен:

$$73,25 \cdot 540 = 39555 \text{ кгс} \cdot \text{мм}$$

С учетом этого:

$$Rl_{\text{ПД}} = (99948,8 - 39716,3 - 39373,8 - 39555) / 1350 = -13,8 \text{ кгс}$$

Отрицательное значение радиальной реакции на управляемом колесе указывает на то, что трицикл при буксировании прицепа должен опрокинуться назад [27]. На основании этого можно сделать вывод о невозможности преодоления подъема дороги с углом 16° при принятых значениях расположения фаркопа и перевозимого в прицепе груза. Уменьшение этих значений предотвращает возникновение полной потери сцепления управляемого колеса с дорогой.

Рассмотрим движение трицикла по наклонной дороге при движении задним ходом вверх (схема С). Необходимость такого движения может возникнуть, например, в ситуации, когда на дороге с запозданием обнаруживается препятствие, и требуется отъехать назад, чтобы объехать это препятствие [28].

Сила сопротивления качению колес в данном случае такая же, как и по схеме В: $F_f = 10,33$ кгс. Суммарная сила подъема выражается формулой (40):

$$F_{\text{П}} = (115+80+20) \cdot 0,275 = 59,12 \text{ кгс} \quad (40)$$

Общая сила тяги на ведущих колесах $P2 = 69,45$ кгс. Момент сил на ведущих колесах, при их радиусе $0,274$ м, и реактивный момент $M_K = 694,5 \cdot 0,274 = 190,3$ Н · м (19030 кгс · мм).

Сумма моментов относительно ведущих колес с дорогой будет выражена формулами (41)-(42):

$$M_{2\text{ПД}} = (G1 \cdot L1 + G2 \cdot L2 - G4 \cdot L4) \cos A^\circ + (G1 \cdot H1 + G2 \cdot L2 + G4 \cdot H4) \sin A^\circ + M_K - Rl_{\text{ПД}} \cdot LRI = 0 \quad (41)$$

$$R_{I_{\text{ПД}}} = (99948,8 + 39716,3 + 19030) / 1350 = 117,5 \text{ кгс} \quad (42)$$

Из баланса сил, перпендикулярных поверхности дороги, находим радиальную реакцию на ведущих колесах $R_{2\Pi} = 89,1 \text{ кгс}$.

На рисунке 25 представлена схема С.

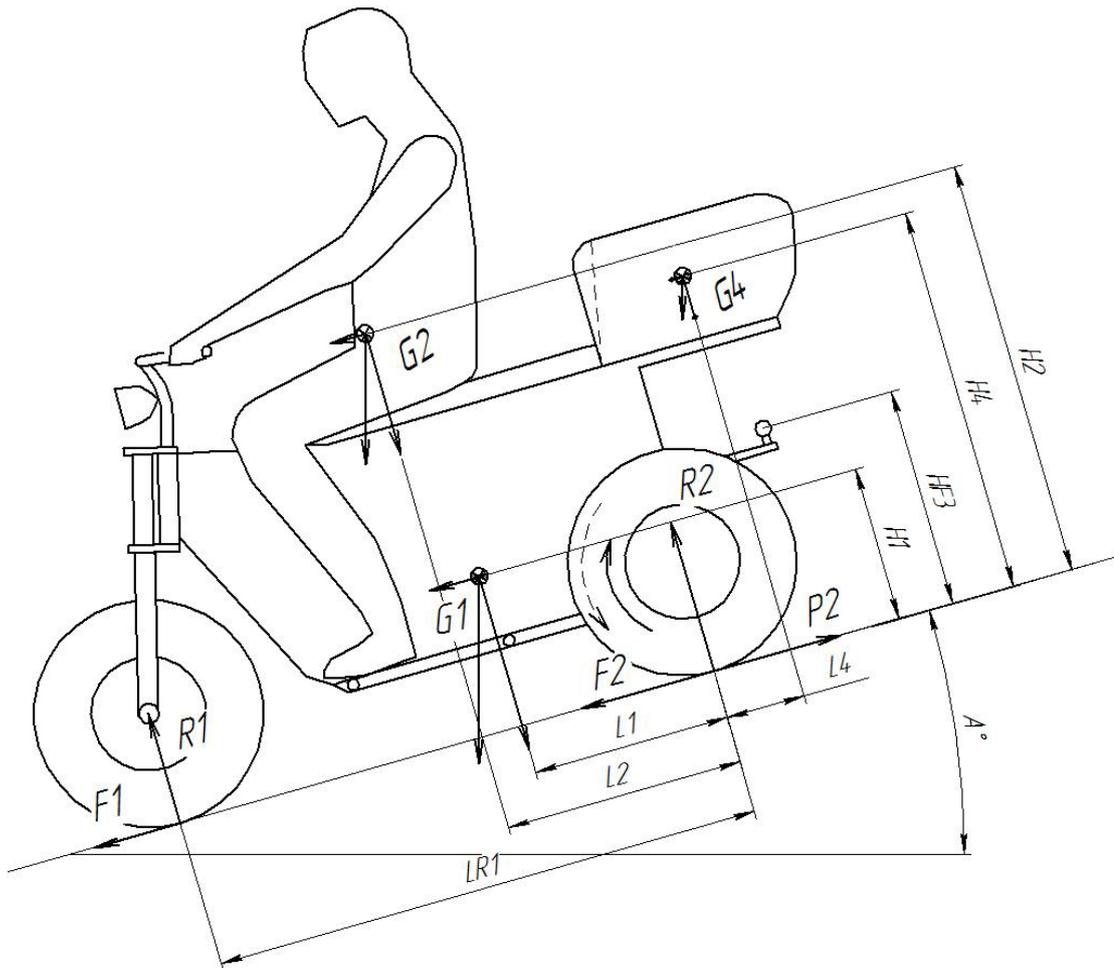


Рисунок 25 – Схема С

Существенное уменьшение радиальной реакции на ведущих колесах может приводить к буксованию колес при движении задним ходом. Для рассматриваемой сухой грунтовой дороги коэффициент сцепления $\varphi = 0,6$, тогда допустимая сила тяги будет рассчитываться по формуле (43):

$$P_{2\phi} = 89,1 \cdot 0,6 = 53,76 \text{ кгс} \quad (43)$$

Поскольку это меньше силы, полученной из тягового расчета $P_2 = 69,45$ кгс, движение назад при угле подъема дороги 16° невозможно.

По результатам выполненного тягового расчета можно сделать следующие выводы:

1. При мощности двигателя 4000 Вт и собственной массе трицикла 115 кг, весе водителя и пассажира 80 и 70 кг, на дорогах с малым коэффициентом сопротивления движению могут достигаться очень большие скорости. С целью уменьшения скорости в электронном блоке, управляющем работой безколлекторного электродвигателя постоянного тока, должна быть опция автоматического ограничения скорости до 50 км/час.

При передаточном числе цепной передачи $i_{ц} = 1$ и известном передаточном числе встроенного в двигатель редуктора $i_p = 2,35$ при движении со скоростью 50 км/час, скорость вращения ротора электродвигателя постоянного тока $n_0 = 1137$ об/мин. При $i_{ц} > 1$ скорость вращения ротора будет пропорционально выше.

2. Резерв мощности двигателя позволяет трициклу буксировать прицеп. Расчеты показали, что при собственной массе прицепа 30 кг и высоте головки фаркопа над дорогой 540 мм, при загрузке прицепа 200 кг, на горизонтальной дороге радиальная реакция на переднее колесо (сцепной вес) снижается до 92%, что приводит к соответствующему ухудшению управляемости трицикла, но может быть принято приемлемым.

3. При рассмотрении возможности трицикла без пассажира преодолевать подъемы установлено, что радиальная реакция дороги на управляемое колесо трицикла, стоящего на подъеме 16° , по сравнению с такой реакцией на горизонтальной дороге, уменьшается до 58%. Это уже существенно ухудшит управляемость трицикла. При движении трицикла на подъем радиальная нагрузка на управляемое колесо уменьшится почти до 40%.

Сила сцепления ведущих колес с дорогой больше общей силы сопротивления движению, что указывает на отсутствие ограничений движения по этому показателю. Однако, в связи с плохой управляемостью, движение будет возможно только на прямом участке подъема, когда не требуется менять траекторию движения.

4. Если трицикл будет буксировать прицеп с принятыми параметрами, то это приведет к увеличению сопротивления движению и момента на ведущих колесах, а с учетом момента от сил сопротивления прицепа, приложенных на высоте фаркопа 540 мм, радиальная реакция на управляемом колесе получается равной $-13,8$ кгс. Отрицательное значение радиальной реакции на управляемом колесе указывает на то, что трицикл при буксировании прицепа должен опрокинуться назад. На основании этого можно сделать вывод о невозможности преодоления подъема дороги с углом 16° при принятых значениях расположения фаркопа и силы веса перевозимого в прицепе груза. Уменьшение этих значений предотвращает возникновение полной потери сцепления управляемого колеса с дорогой.

5. Анализ движения трицикла на подъем задним ходом показал существенное уменьшение радиальной реакции на ведущих колесах. Для рассматриваемой сухой грунтовой дороги с коэффициентом сцепления $\varphi = 0,6$ допустимая сила тяги больше силы сцепления. Поэтому движение назад при угле подъема дороги 16° невозможно.

3.2 Разработка рамы мотовездехода

Разработка рамы осуществляется на базе бензинового прототипа трицикла [8], [12]. В качестве целевых параметров при проектировании несущей конструкции были определены следующие:

- длина готового трайка не более 2100 мм,
- ширина не более 1100 мм,
- высота не более 1150 мм,

- трехколесная компоновка,
- дорожный просвет в пределах 250-280 мм,
- минимизация массы,
- размещение двух человек: водителя и одного пассажира, их комфортная посадка,
- размещение внутри несущей рамной конструкции электрокомпонентов: двигателя, аккумуляторной батареи, инвертора.

С целью обеспечения плавности хода и хорошего сцепления с дорожным покрытием при езде было решено оборудовать трайк передней подвеской (перья) и задней подвеской, выполненной в виде моноамортизатора и крепящейся к маятнику, изготовленному отдельной рамной конструкцией.

В программной системе трехмерного проектирования «КОМПАС-3D» с помощью выставления точек в пространстве был создан трехмерной каркас несущей рамы трицикла, показанный на рисунке 26.

Проектирование базировалось от основной трубы, соединяющей наклонный «стакан» рулевого управления и конечную точку несущей конструкции, расположенную в задней части сиденья. Путем сравнения моделей трайков, представленных на данный момент на рынке и обеспечивающих посадку до двух человек, было определено, что для комфортной посадки водителя и пассажира будет достаточно расстояния, равного 760 мм.

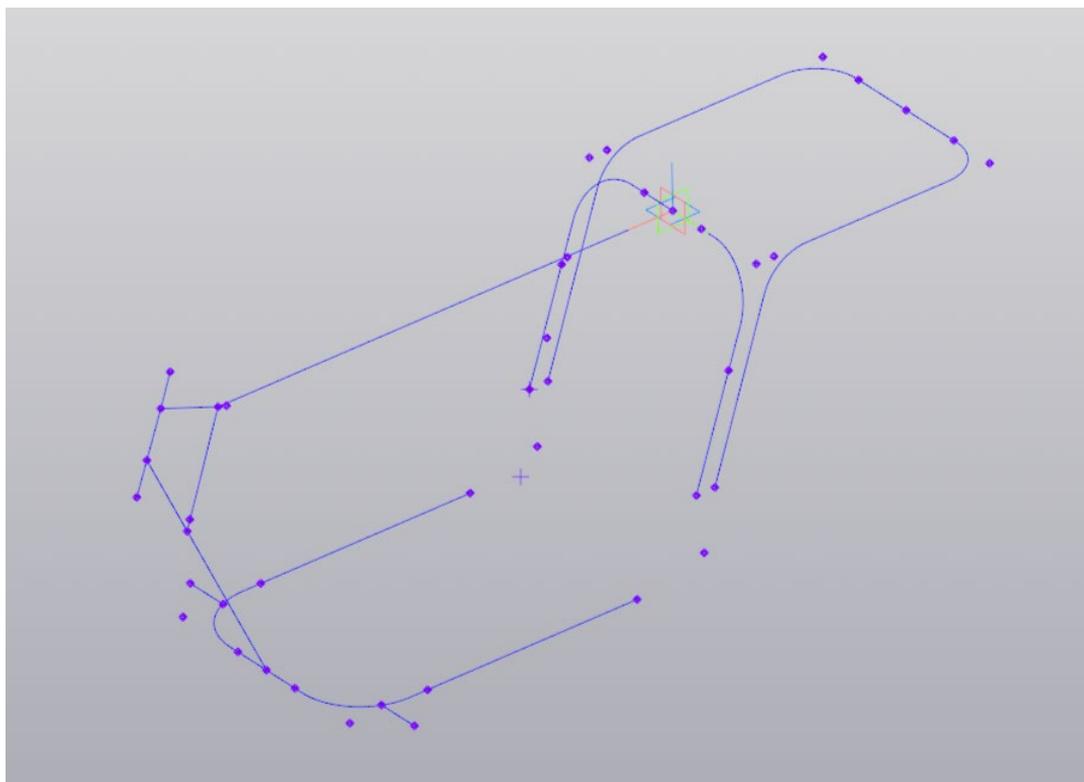


Рисунок 26 – Каркасная модель несущей конструкции

Высота несущей конструкции, т.е. расстояние от основной трубы, расположенной под сиденьем, до нижней трубы, на уровне которой будут располагаться педали или подставка для ног, было определено эмпирически, путем произведения замеров высоты бензинового прототипа, обеспечивающей комфортную посадку водителя среднего роста. Прототип трицикла с двигателем внутреннего сгорания был разработан на базе Центра машиностроения Тольяттинского государственного университета в 2022-2023 гг. и апробирован в реальных условиях эксплуатации в апреле-мае 2023 года.

Проведенные испытания показали, что высоты рамы, равной 570 мм, достаточно для такого вида малогабаритного транспортного средства. Для большей компактности электрической версии трайка было решено уменьшить данный параметр до 435 мм.

Внешний вид трицикла-прототипа показан на рисунке 27, процесс проведения замеров для определения оптимальной высоты рамной конструкции показан на рисунке 28.



Рисунок 27 – Внешний вид прототипа трайка с ДВС



Рисунок 28 – Процесс замеров оптимальной высоты трицикла

Определение ширины рамы производилось исходя из расстояния, комфортного для длительной посадки водителя во время езды, а также с учетом габаритных размеров аккумулятора как наиболее широкого компонента, который необходимо разместить внутри рамы вездехода. Ширина аккумуляторной батареи составляет 234 мм. Путем произведенных замеров было определено, что для водителя средней комплекции комфортна посадка при постановке ног на ширину не более 250 мм. Процесс проведения замеров на бензиновом прототипе трицикла показан на рисунке 29.



Рисунок 29 – Процесс замеров оптимальной ширины трицикла

Выбранная ширина нижней части рамы составила 380 мм, верхней части – 250 мм, что достаточно, чтобы вместить аккумулятор и одновременно обеспечить комфорт посадки человека.

Наклон «стакана», представляющего собой стальную трубу диаметром 48 мм, к которой крепится рулевая вилка, составил 20 градусов. Параллельно данной трубе предлагается вварить распорку, приходящую в место изгиба основной трубы несущей рамы. Такая распорка обеспечит достаточную жесткость конструкции в месте деформации трубы из-загиба.

После определения ключевых параметров была построена базовая конструкция рамы трицикла, как продемонстрировано на рисунке 30.

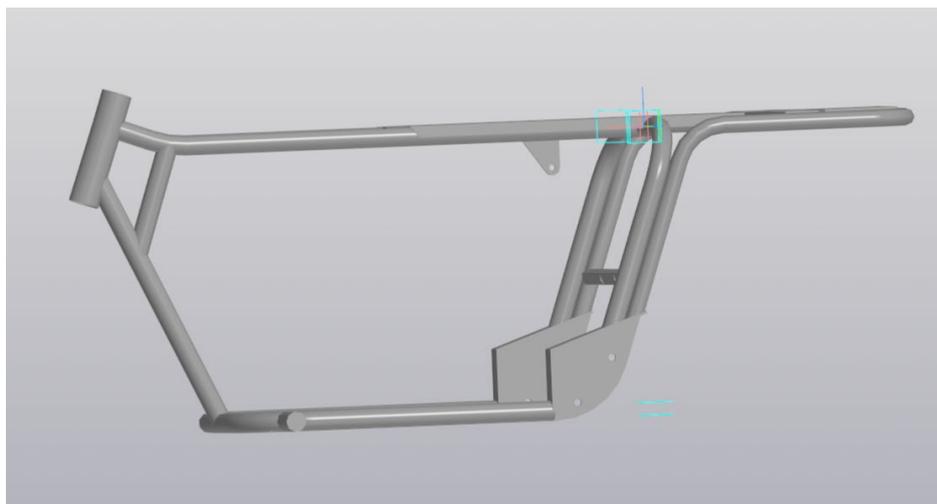


Рисунок 30 – 3D-модель несущей конструкции мотовездехода

Из рисунка видно, что для обеспечения возможности размещения кофра в задней части трицикла было решено добавить трубную конструкцию, выходящую за основную часть рамы. Данный элемент будет изготовлен из стальной трубы 27x2 мм, иметь четыре изгиба и привариваться к основной дуге в раме трайка. Несмотря на то, что включение дополнительной конструкции удлинит несущую раму трицикла, данное решение видится необходимым ввиду того, что оно позволит обеспечить конкурентное преимущество мотовездехода, а именно – возможность перевозки личных вещей и ручной клади в кофре.

Мотокофр представляет собой небольшой съемный багажник, изготовленный из ABS-пластика или схожего твердого материала, как показано на рисунке 31. Данный кофр имеет объем 120 л, его внешние габариты: 54,5x98,5x38,5 см.



Рисунок 31 – Мотокофр для трицикла

Помимо основной функции – перевозки клади – задняя часть кофра служит спинкой сиденья для пассажира, посадка которого осуществляется за водителем трицикла. Таким образом, данный компонент не только определяет внешний вид малогабаритного транспортного средства, но и добавляет функциональности конструкции.

Для размещения и поддержки мотокофра и сиденья, выполненного из поролона с кожаной обшивкой, сверху на основной трубе несущей рамы трайка будет расположена пластина, изготовленная из стали толщиной 2,5 мм, как показано на рисунке 32.

Для упрочнения конструкции подседельная пластина выполнена с ребрами жесткости по всему периметру. С целью облегчения конструкции на пластине выполнена перфорация.

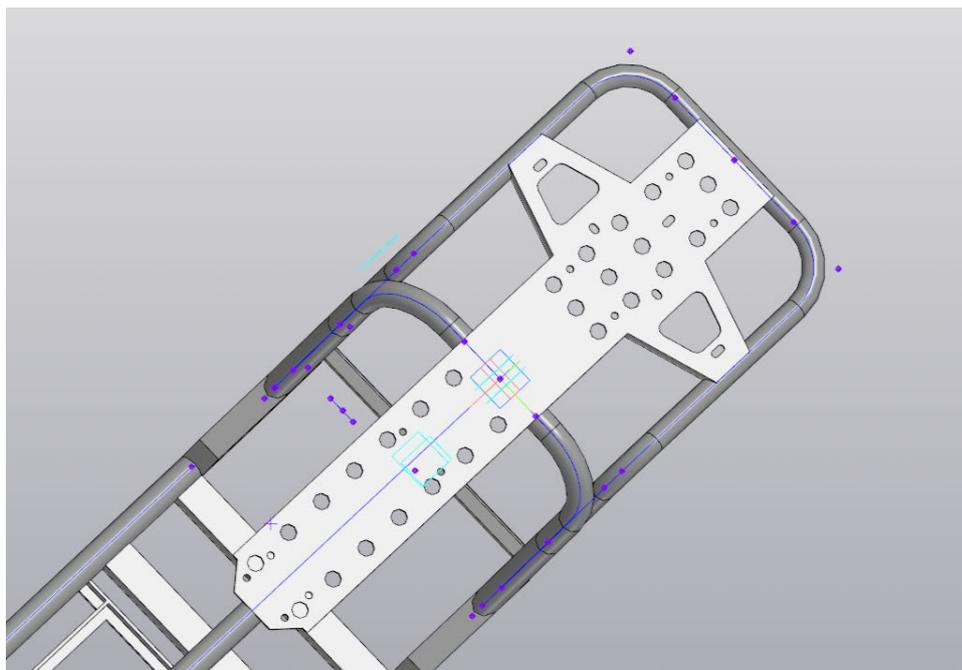


Рисунок 32 – Пластина под сиденье и кофр

Также была разработана дополнительная опора кофра, которая служит для увеличения его установочной площади, что позволяет обеспечить более жесткое крепление кофра к раме. Опора выполнена из стальных труб 20x2 мм и стальной пластины толщиной 5 мм и крепится к пластине, являющейся частью рамы, с помощью болтового соединения.

Помимо крепления мотокофра, опора, изображенная на рисунке 33, служит креплением для крыльев задних колес. Такие крылья являются неотъемлемым элементом конструкции внедорожного транспорта, поскольку выполняют функцию брызговиков, защищающих ноги пассажиров ТС от попадания брызг и грязи.

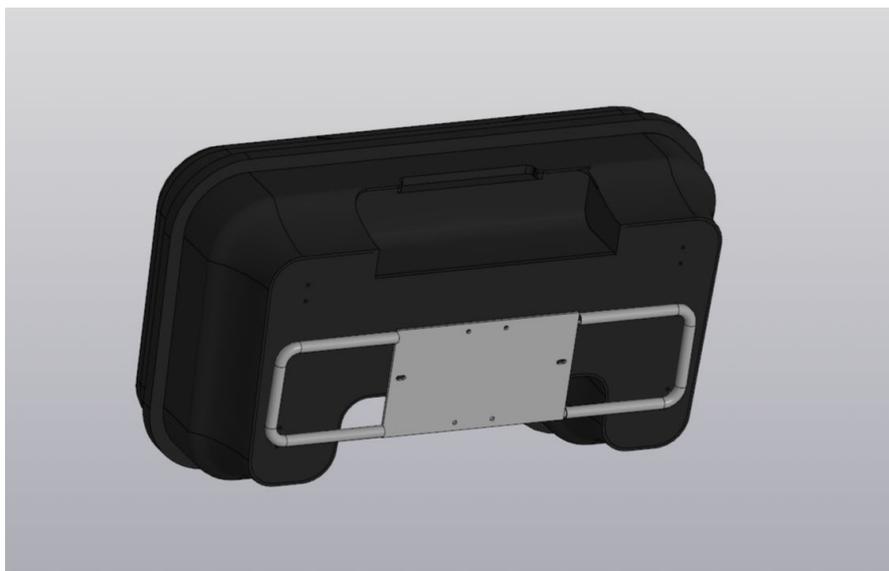
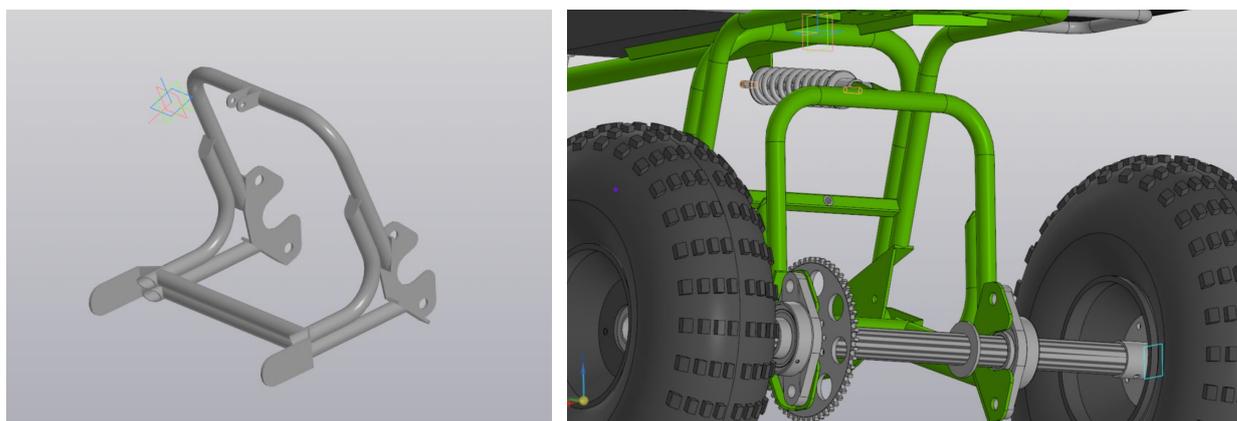


Рисунок 33 – Кофр с опорой, крепящейся к несущей конструкции

Под сиденьем предлагается разместить крепление моноамортизатора, составляющего заднюю подвеску трицикла. Похожее решение было рассмотрено на мототрайке «Скаут Сафари», выпускаемом компанией «Скаут». Отличие предлагаемого решения от представленного на рынке аналога будет заключаться в конструкции маятника, спроектированного для трехколесной компоновки.

Маятник представляет собой рычажную подвеску задней оси мотоциклетной техники. В данном случае планируется, что нижние трубы маятника будут приходить к массивным пластинам рамы, выполненным из стали толщиной 4,5 мм, с закрепленными на них подшипниками. В задней части к маятнику будет крепиться колесная ось с ведомой звездой и тормозной системой. Сам маятник будет изготовлен из стальных труб 27x2 мм.

Разработанная конструкция показана на рисунке 34.



а

б

Рисунок 34 – Маятник трицикла: а – 3D-модель маятника; б – рама с маятником в сборе

Таким образом, на трицикле задний амортизатор будет соединять раму и середину верхней части маятника, составляющего отдельную часть трайка. Как видно из картинки, для распираения боковых труб дополнительно ввариваются две перпендикулярные трубы, что обеспечивает жесткость конструкции.

Полученная конструкция несущей рамы в сборе с маятником показана на рисунке 35. Предложенный проект рамы удовлетворяет целевым параметрам, заданным в начале проектирования, поскольку обеспечивает трехколесную компоновку трайка, комфортную посадку двух человек и размещение внутри несущей конструкции основных компонентов электрической силовой установки. Кроме того, для увеличения плавности хода в условиях бездорожья и улучшения сцепления задней оси с дорогой, было предусмотрено наличие задней подвески с моноамортизатором, что может являться конкурентным преимуществом разрабатываемого трицикла.

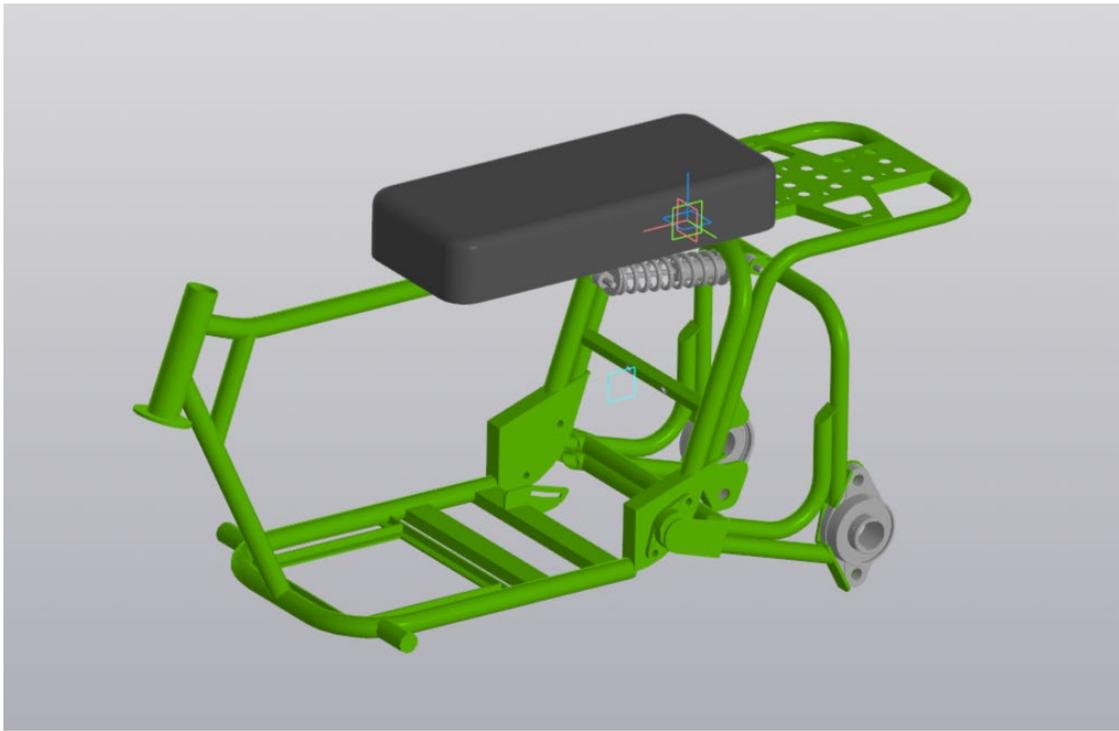


Рисунок 35 – Рама трицикла с маятником в сборе

На рисунке 36 показаны расчетные показатели массы: 19,459 кг весит рама трайка, 5,059 кг приходится на маятник мотовездехода.

Информация	
Документ Деталь C:\Users\chizh\Desktop\модель трайка	
МЦХ модели	
Деталь	
Заданные параметры	
Материал тел	Сталь 10 ГОСТ 1050-2013
Плотность материала тел	Ro =0.007856 г/мм3
Расчетные параметры(тела и компоненты)	
Масса	M = 19459.751013 г
Площадь	S = 1797795.390210
Объем	V = 2477055.882548
Центр масс	Xc = 279.194982 мм
	Yc = 0.009568 мм
	Zc = -236.143833 мм

а

Информация	
Документ Деталь C:\Users\chizh\Desktop\модель трайка	
МЦХ модели	
Деталь	
Заданные параметры	
Материал тел	Сталь 10 ГОСТ 1050-2013
Плотность материала тел	Ro =0.007856 г/мм3
Расчетные параметры(тела и компоненты)	
Масса	M = 5059.318091 г
Площадь	S = 525555.468667
Объем	V = 644006.885370
Центр масс	Xc = -65.752112 мм
	Yc = 0.088583 мм
	Zc = -376.506436 мм

б

Рисунок 36 – МЦХ модели в программе «КОМПАС 3D»: а – масса рамы; б – масса маятника

Общая масса несущей конструкции составит около 24,5 кг, что является приемлемым значением для данного трицикла.

С целью обеспечения надежности готовой конструкции трайка, проводятся нагружения рамы в двух условиях: при жестком закреплении сзади и ударе спереди, а также при жестком закреплении переднего «стакана» и приложении нагрузки в одну из точек в задней части [19].

Для проведения нагружений упрощенная модель несущей рамы (без маятника) заносится в программу Ansys (рисунок 37). Чтобы имитировать трубы маятника, которые работают враспор, в задней части модели добавлена труба, выполняющая функцию перекладины [23].

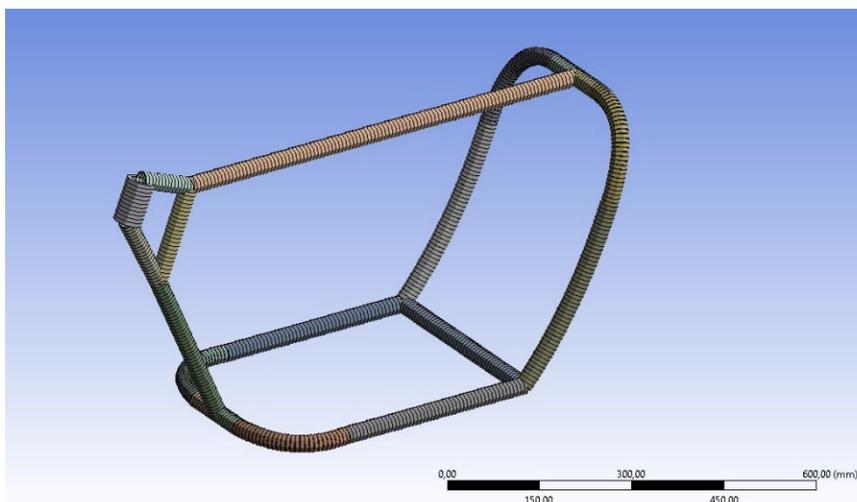


Рисунок 37 – Упрощенная модель рамы в программе Ansys

В ходе первого нагружения проводилась имитация наезда мотовездехода передним колесом на препятствие. Для этого была жестко закреплена задняя часть несущей конструкции, сила была приложена к «стакану» рамы, который составляет труба диаметром 48 мм. Сила в 1000 Н прикладывалась снизу вверх параллельно наклону трубы. Условия проведения нагружения показаны на рисунке 38.

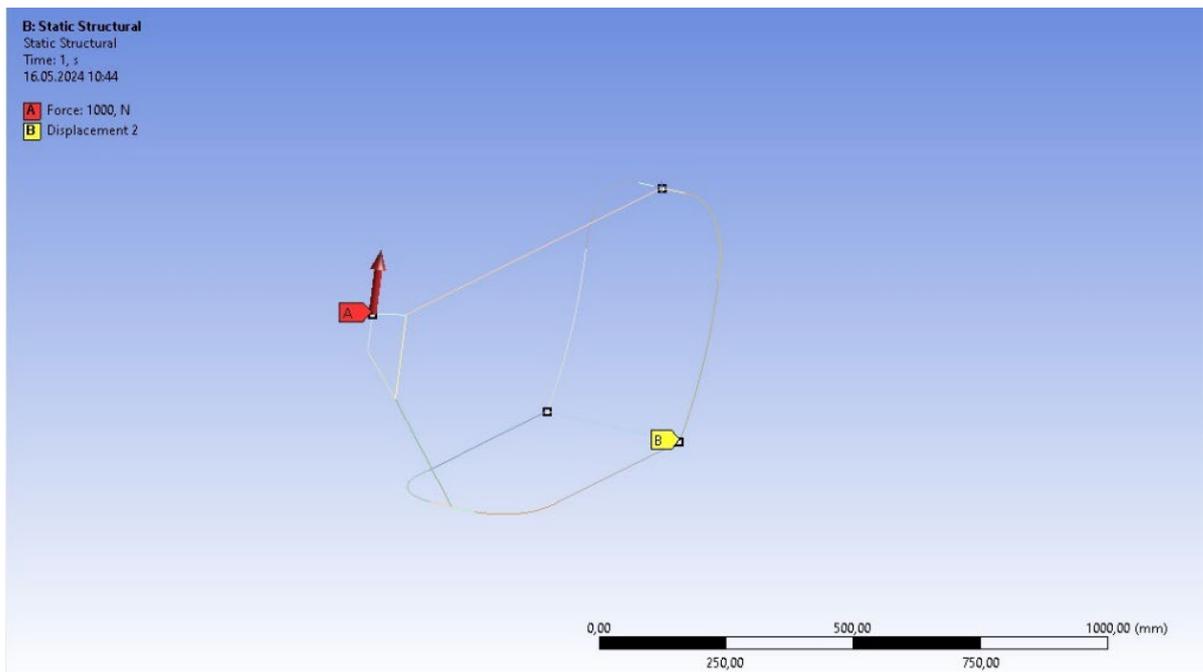


Рисунок 38 – Условия проведения первого нагружения

На рисунке 39 показаны результаты моделирования деформаций рамы. Максимальная деформация составила 3,76 мм.

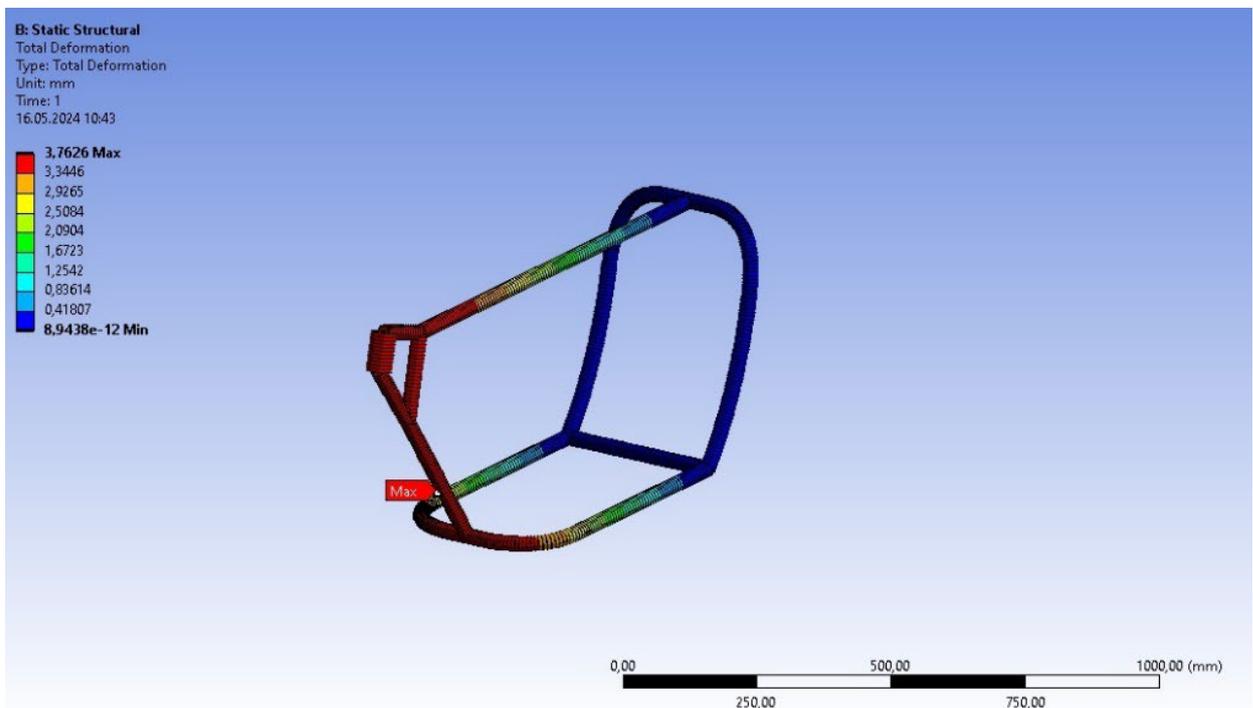


Рисунок 39 – Деформация рамы в ходе первого нагружения

На рисунке 40 показано распределение эквивалентного напряжения.

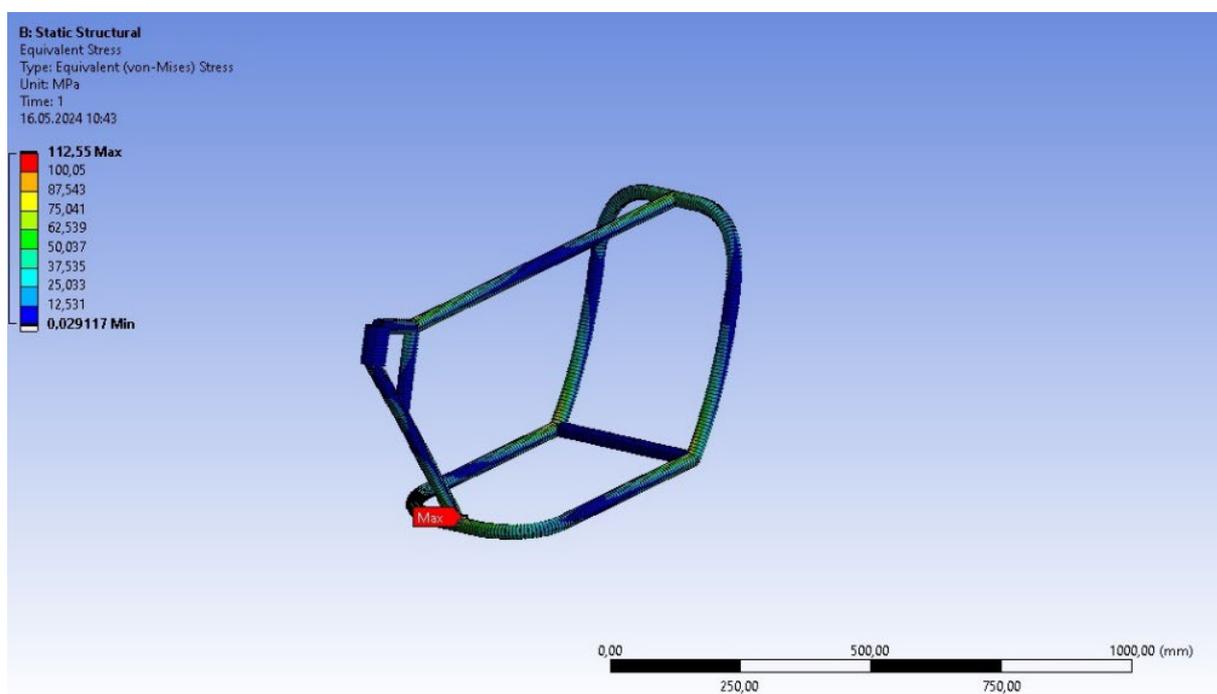


Рисунок 40 – Распределение напряжения в ходе первого нагружения

На рисунках 39 и 40 отмечены точки с максимальной деформацией и напряжением, соответственно. Как видим, максимальное напряжение составляет 112,55 Мпа, что меньше максимально допустимого напряжения для материала Сталь 20.

В ходе второго нагружения проводилась имитация наезда на препятствие одним из задних колес, что приводит к созданию нагрузки при кручении. Была жестко закреплена передняя часть рамной конструкции, разнонаправленные силы величиной 500 Н прикладывались к точкам В и С, как показано на рисунке 41.

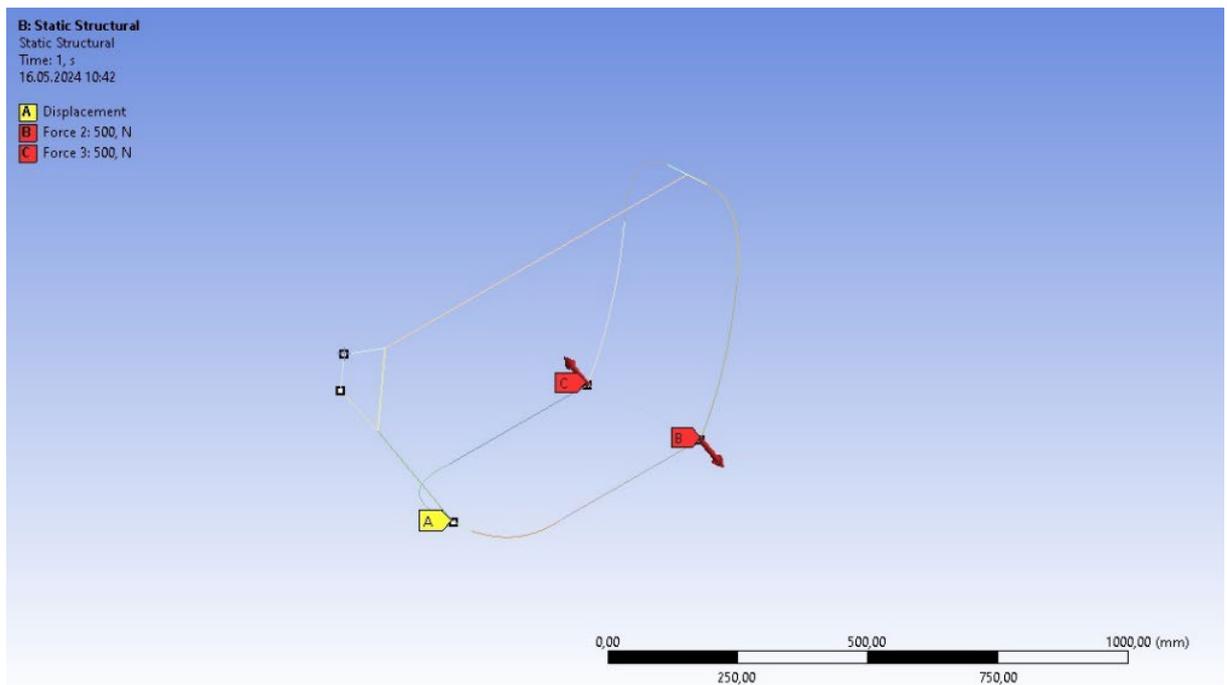


Рисунок 41 – Условия проведения второго нагружения

На рисунке 42 показаны результаты моделирования деформаций рамы. Максимальная деформация составила 3,006 мм.

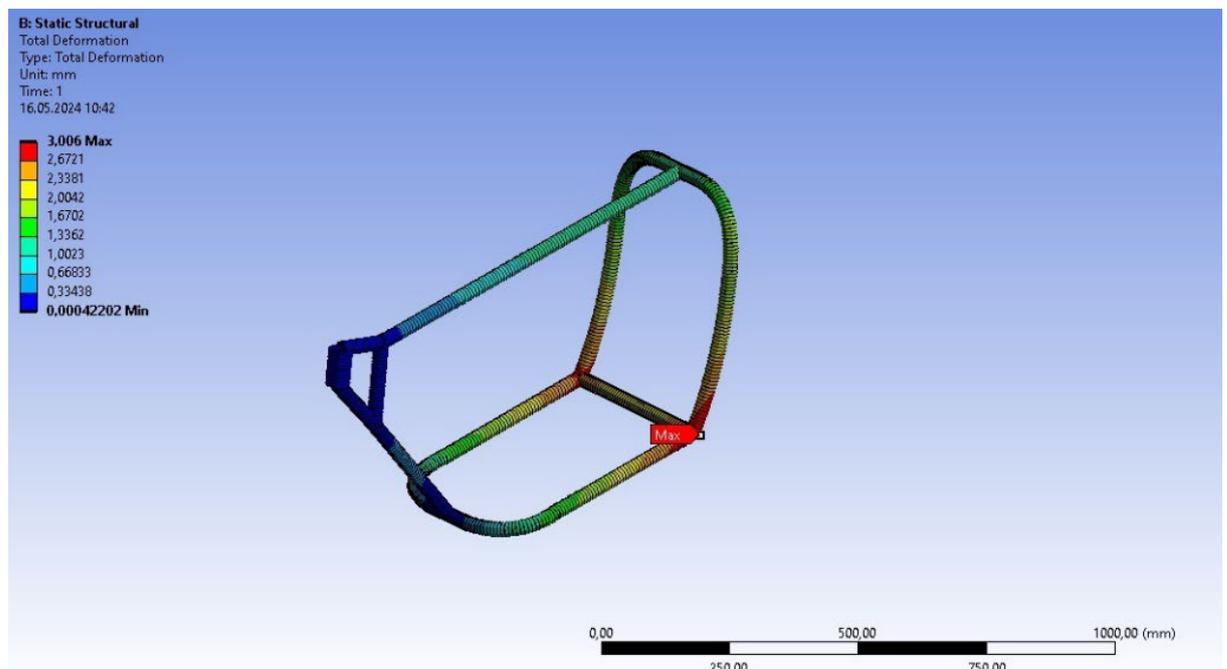


Рисунок 42 – Деформация рамы в ходе второго нагружения

На рисунке 43 показано распределение эквивалентного напряжения.

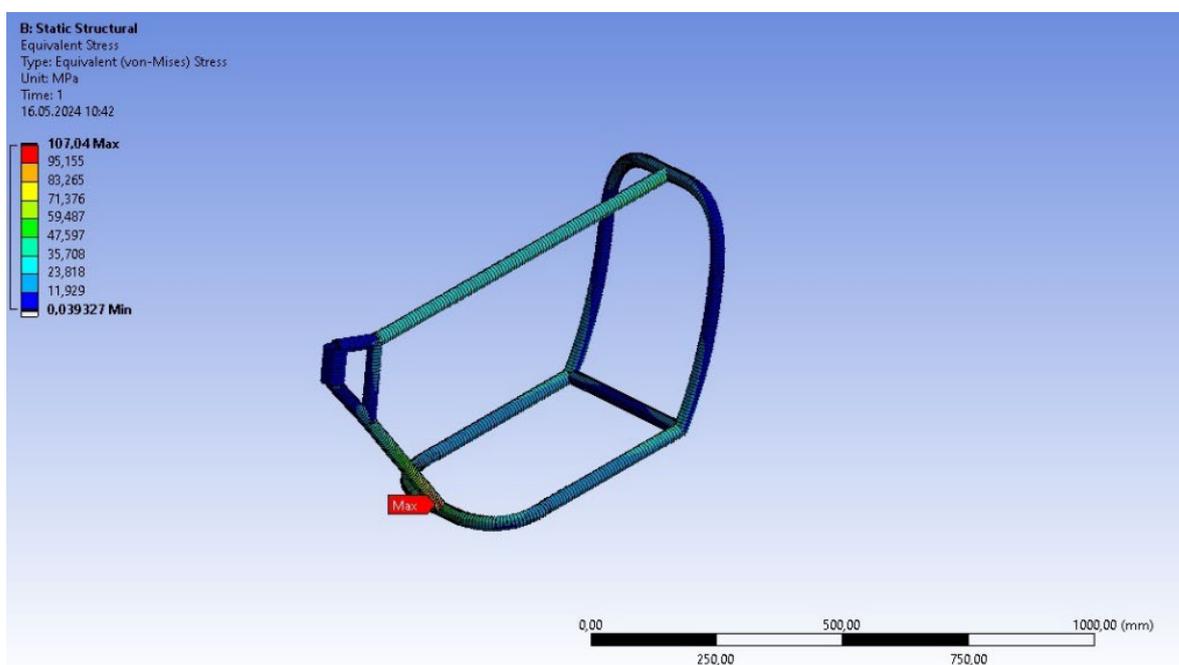


Рисунок 43 – Распределение напряжения в ходе второго нагружения

Как видно из рисунка, максимальное напряжение составляет 107,04 МПа, что также является допустимым значением.

3.3 Разработка рулевой системы

Важным этапом при проектировании мотовездехода является проектирование его рулевого управления. В целом мототранспортные средства можно описать с помощью следующих геометрических параметров:

- p – колесная база;
- d – оффсет – расстояние между центром переднего колеса и плоскостью, в которой лежит ось рулевой колонки;
- ε – кастор (угол наклона оси рулевой колонки);
- R_r – радиус заднего колеса;

- R_f – радиус переднего колеса;
- t_r – радиус сечения задней шины;
- t_f – радиус сечения передней шины;
- a – механический трейл;
- a_n – геометрический трейл.

Основными геометрическими параметрами (рисунок 44) для описания управляемости мототехники с точки зрения восприятия водителем являются трейл, кастор и колесная база.

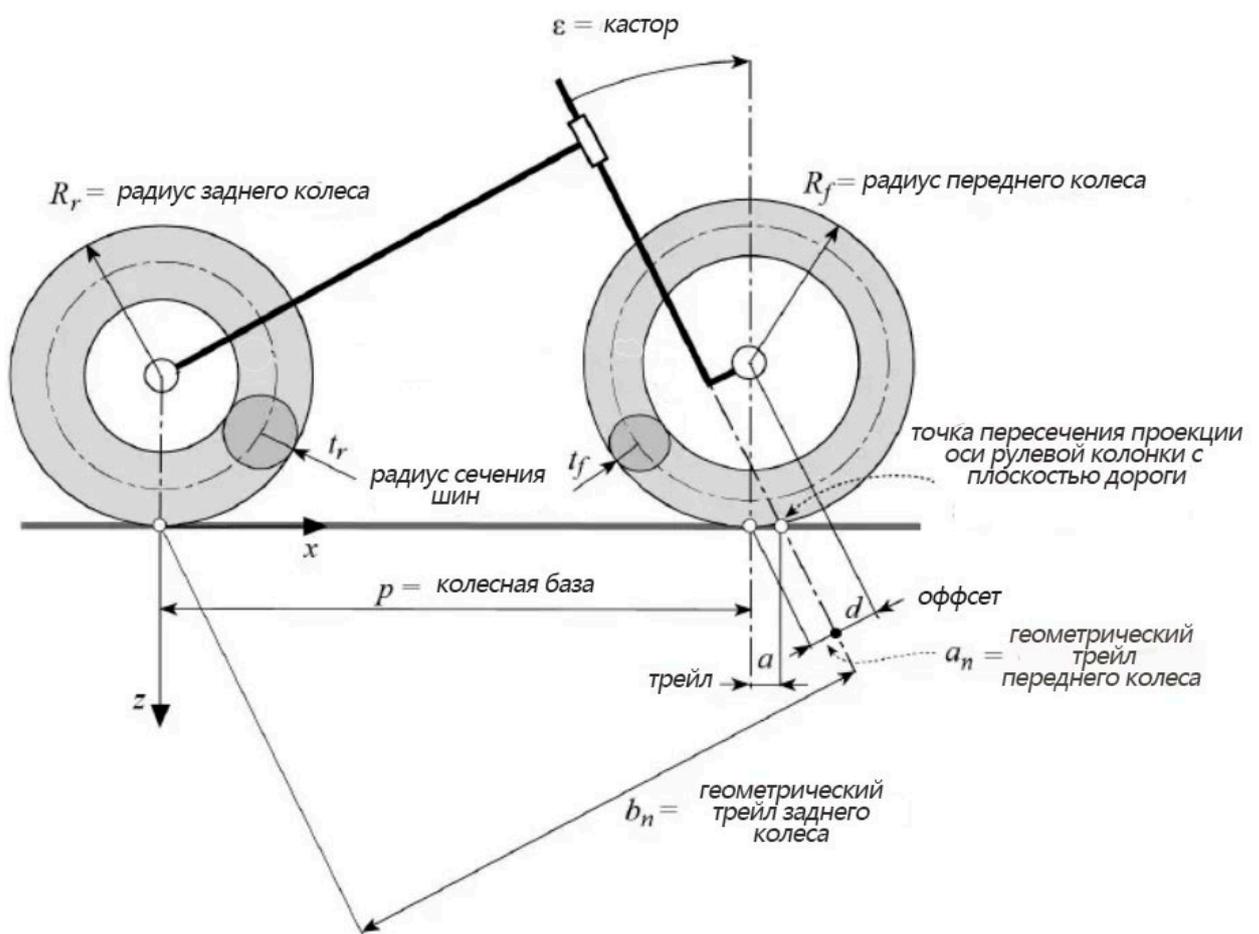


Рисунок 44 – Схема основной геометрии МТС

Поскольку вездеход с электросиловой установкой разрабатывается на базе бензинового прототипа, во внимание принимался ряд целевых значений для перечисленных параметров. Так, например, опытным путем (в ходе

проведенных испытаний первого трайка) было установлено, что выбранная для него колесная база, равная 1504 мм, слишком велика для удобного использования МТС по назначению, поскольку затрудняет проезд вездехода между деревьями в лесистой местности. По этой причине было решено уменьшить колесную базу до 1314 мм. Данное значение соответствует среднему размеру колесной базы мототранспортных средств различного назначения: согласно источнику [13], он колеблется от 1200 мм в случае небольших скутеров, 1300 мм для легких мотоциклов (125 куб. см), 1350 мм для среднекубатурных (от 250 куб. см) и до 1600 мм и выше для туристических мотоциклов большой кубатуры.

«В целом, увеличение колесной базы, при условии, что остальные параметры остаются неизменными, приводит как к положительным, так и отрицательным эффектам.

Отрицательные:

- уменьшение жесткости несущей конструкции, что негативно сказывается на управляемости;
- увеличение радиуса разворота;
- увеличение усилия, прилагаемого к рулю для поворота.

Положительные:

- уменьшение степени перераспределения веса между колесами при разгоне и торможении (меньше вероятность опрокидывания как вперед, так и назад);
- меньшая чувствительность к неровностям;
- улучшение курсовой устойчивости» [17].

Значения угла наклона рулевой колонки – кастора – варьируются в зависимости от целевого использования МТС. Так, на мотоциклах для спидвея он составляет 19°, для спортбайков 21-24°, для туристов 27-34°. На рисунках 45 и 46 представлены примеры различных значений кастора на некоторых моделях внедорожных малогабаритных транспортных средств.

С точки зрения конструкции, малый угол усугубляет напряжение вилки в процессе торможения, а поскольку она все же не идеально жесткая и имеет свойство и гнуться, и скручиваться, то усиление деформации может вызвать опасные колебания в передке, называемые вобблингом.



Рисунок 45 – Кастор внедорожного мотовездехода СКАУТ-1-6.5



Рисунок 46 – Кастор внедорожного мотоцикла DraXter Profi

Для разрабатываемого трайка кастор был выбран с опорой на первый бензиновый прототип, в котором он равнялся 17°. В электрической версии мотовездехода угол наклона рулевой колонки составил 20°. Такое значение позволит обеспечить баланс между хорошей маневренностью и устойчивостью.

Известно [20], что для сохранения хорошей геометрии МТС передний геометрический трейл должен в среднем составлять 4-8% от заднего. При этом не совсем корректно было бы определять трейл как малый или большой без привязки к колесной базе трайка. В таком случае правильнее в качестве параметра сравнения использовать соотношение между передним и задним геометрическим трейлом:

$$R_n = \frac{a_n}{b_n}$$

Для расчета этого отношения найдем значение переднего геометрического (или нормального) трейла разрабатываемого вездехода, который может быть описан следующим выражением:

$$a_n = R_f \times \sin \varepsilon$$

С учетом того, что радиус выбранных колес для бездорожья составляет 280 мм, имеем:

$$a_n = 280 \times \sin 20 = 280 \times 0,34 = 95,2$$

Для расчета механического трейла воспользуемся формулой:

$$a = a_n \times \cos \varepsilon = R_f \times \tan \varepsilon - \frac{d}{\cos \varepsilon}$$

$$a = 95,2 \times \cos 20 = 280 \times \tan 20 - \frac{d}{\cos 20} = 89,488$$

Расчет заднего геометрического трейла производится по формуле:

$$b_n = (p + a) \cos \varepsilon$$

$$b_n = (1314 + 89,488) \cos 20 = 1319,28$$

Имея значения переднего и заднего геометрического трейла, можем найти их соотношение:

$$R_n = \frac{95,2}{1319,28} = 0,07$$

Проведенный расчетный анализ показывает, что полученное соотношение, равное 7%, входит в диапазон нормальных значений, который составляет от 4 до 8%. У спортбайков это соотношение приближается к 6-6,5%, у туристов – от 6-ти до 8-ми, у тяжелых круизеров – 5-6%. Сравнительная таблица 16 содержит геометрические показатели разных мототранспортных средств и наглядно отображает границы нормального диапазона колесной базы, кастора, трейла и геометрического трейла.

Таблица 16 – Сравнение геометрических показателей МТС

Модель ТС	p, мм	ε, град	a, мм	a _n , мм	R _n
Honda VTR1000F	1430	25	97	87,9	6,35
Suzuki GSX-R 750	1395	24	96	87,7	6,44
Yamaha TDM 850	1470	25	105	95,2	6,71
Kawasaki VN800	1625	34	149	123,5	8,40
Honda XL600V Transalp	1505	28	108	95,4	6,70
Aprilia Gulliver 50	1255	25,5	55	4,6	4,20

На основе представленных расчетов была построена схема геометрии разрабатываемого трайка, которая показана на рисунке 47.

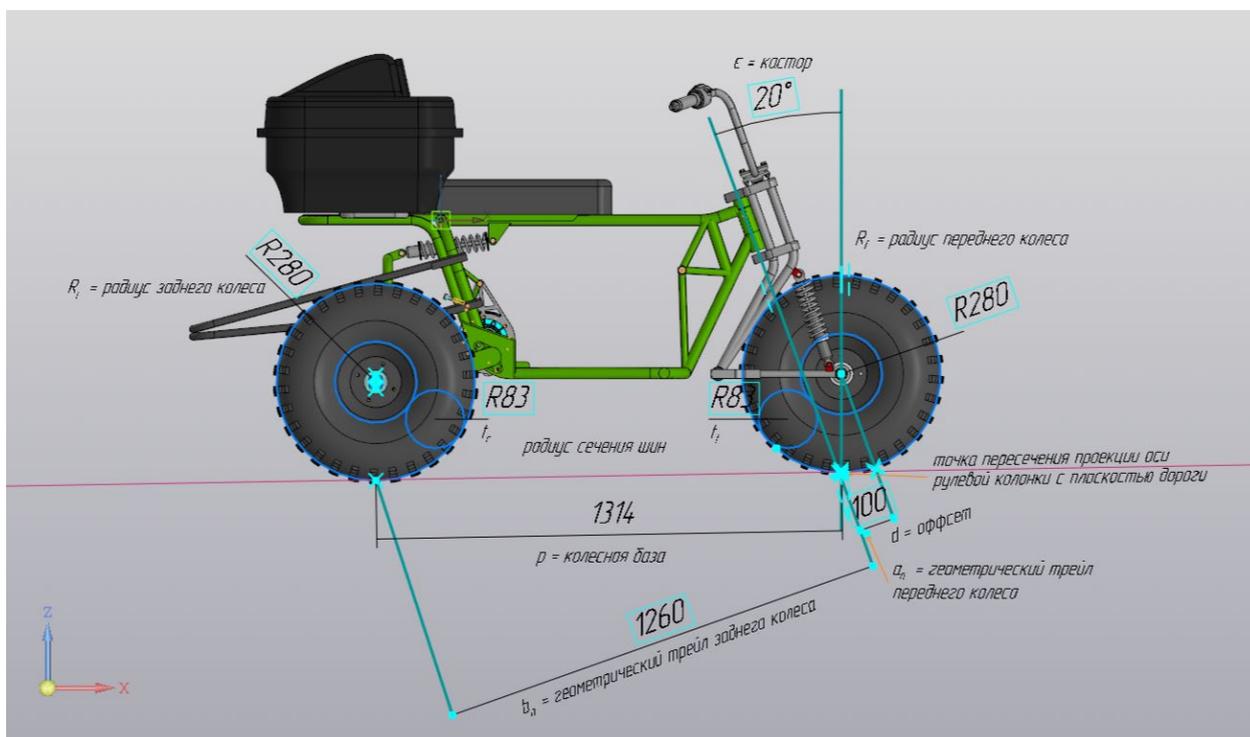


Рисунок 47 – Схема основной геометрии разрабатываемого вездехода

Таким образом, путем проведения расчетов были определены оптимальные параметры геометрии для вездеходного трайка.

3.4 Расположение и крепление компонентов силовой установки

К компонентам электрической силовой установки отнесем двигатель, аккумуляторную батарею и инвертор.

Поскольку на этапе тягово-динамического расчета и подбора электрокомпонентов был выбран двигатель с встроенным редуктором, для обеспечения оптимальной длины цепи целесообразно располагать его ближе к ведомой звезде, т.е. в задней части рамы мотовездехода.

Ось ведущей звездочки на двигателе должна совпадать с осью подшипников заднего маятника. Во-первых, это позволяет базировать двигатель относительно оси на раме, что облегчает процесс его установки в нужное место. Во-вторых, при таком расположении задней трубой не перекрывается цепь, идущая от ведущей звезды на моторе к ведомой звезде на заднем валу.

Также ввиду того, что во избежание разрыва цепи ее отклонение от прямой не может превышать более 1 мм, ведомая и ведущая звездочки располагаются в одной плоскости относительно друг друга. Таким образом было получено оптимальное расположение двигателя внутри конструкции рамы мотовездехода, что показано на рисунке 48.

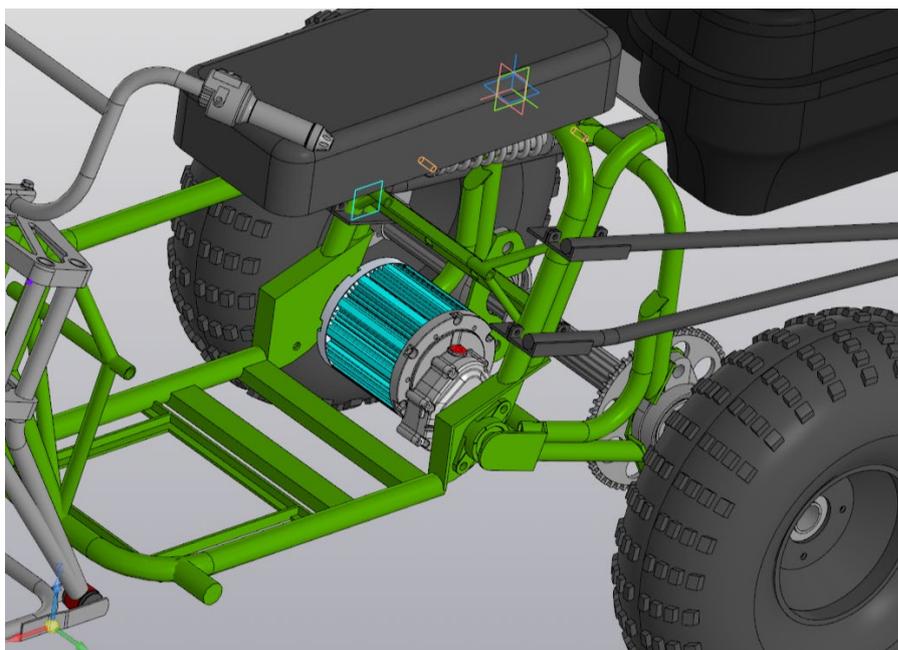


Рисунок 48 – Расположение двигателя

Для установки цепи в систему трансмиссии и ее последующего натяжения необходимо разработать систему натяжения цепи, которое будет обеспечиваться за счет смещения двигателя относительно оси вращения. Другим доступным решением является использование ролика натяжения цепи, однако было решено отказаться от такого варианта по причине того, что

в условиях езды по бездорожью и пересеченной местности в подобный механизм быстро попадет грязь, что приведет к выходу ролика из строя.

Принимаем, что ход механизма натяжения цепи, равный 40 мм, будет в данном случае достаточным.

Проведем линию от центра задней оси до центра ведущей звезды и продолжим ее на 40 мм в направлении смещения двигателя, как показано на рисунке 49. Для наглядности центры задней оси и звезды выделены на рисунке окружностями.

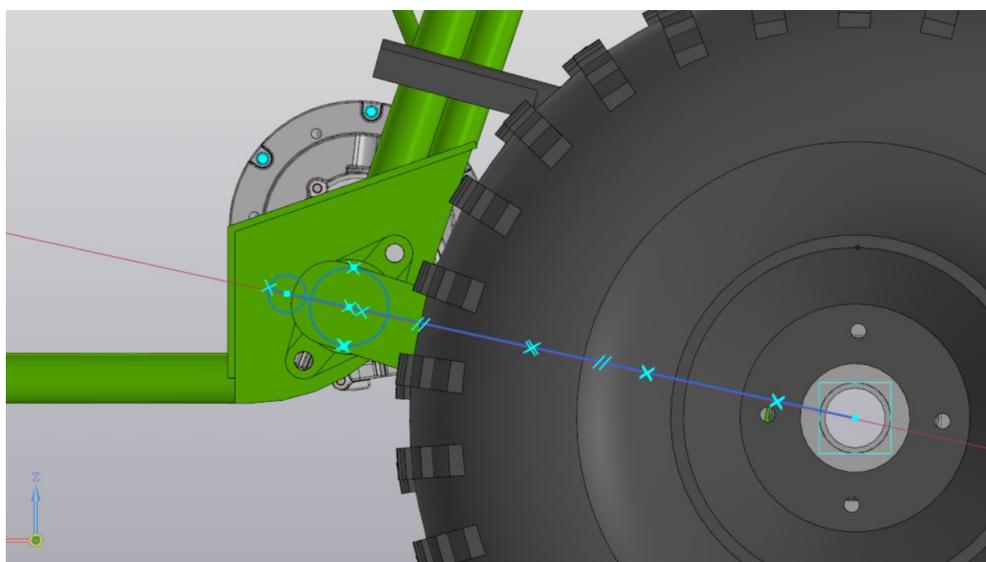


Рисунок 49 – Процесс разработки системы натяжения цепи

Далее построим окружность по трем точкам: точке пересечения оси подшипника маятника и оси ведущей звездочки, точке, смещенной на 40 мм в ходе натяжения цепи, и произвольной точке, которая обеспечит расположение центра окружности таким образом, чтобы были соблюдены следующие условия:

- центр окружности должен как минимум на 100 мм отстоять от ближайшего компонента, расположенного сверху (в данном случае – от пружины заднего амортизатора) для последующего расположения крепежных элементов;

- центр окружности должен по возможности как можно ближе находиться к боковым наклонным трубам рамы во избежание большой длины крепежных элементов, которые будут привариваться к этим трубам (с целью уменьшения массы кронштейнов);
- окружность должна быть по возможности как можно большего диаметра для того, чтобы смещение двигателя при натяжении цепи происходило по траектории, максимально приближенной к прямой (при выборе маленького диаметра окружности смещение двигателя будет проходить по меньшему диаметру и, как следствие, по более изогнутой траектории, что приведет к изменению положения цепи и ее возможному пересечению с поперечными трубами рамы).

С учетом перечисленных условий была выбрана окружность диаметром 420 мм, как показано на рисунке 50. Также на данном рисунке с помощью линий продемонстрировано расположение цепи, приходящей к ведомой звезде на задней оси (диаметр звезды отмечен окружностью).

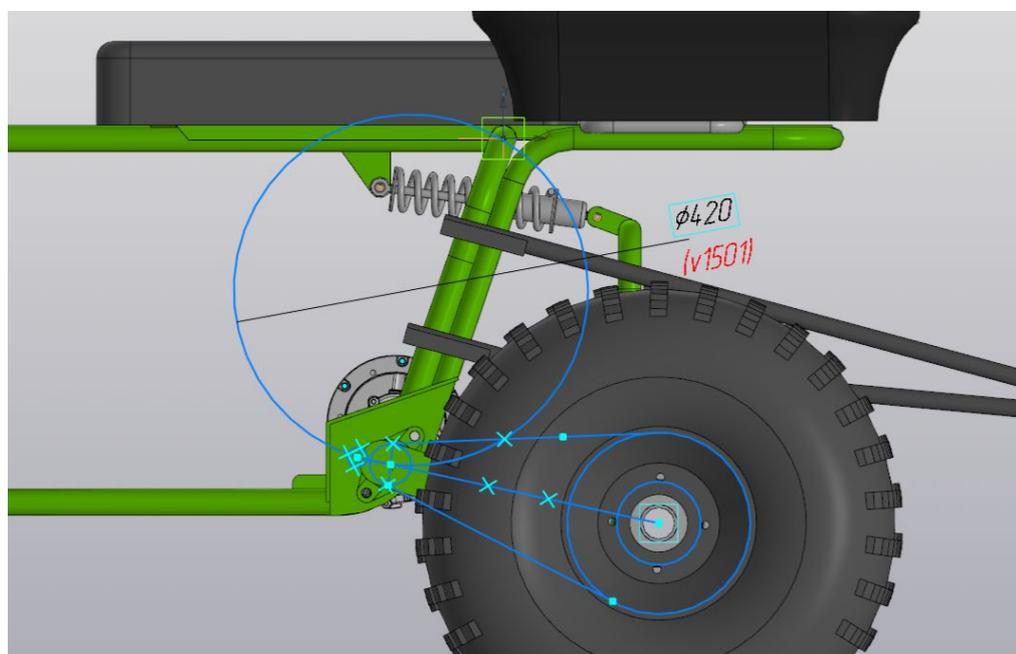


Рисунок 50 – Определение траектории смещения двигателя при натяжении цепи

Центр данной окружности будет обозначать ось вращения механизма натяжения цепи, представляющую собой распирающую втулку между двумя креплениями двигателя.

Сами крепления предлагается выполнить в виде пластин, изготовленных из стального листа толщиной 5 мм. К двигателю они будут крепиться с помощью болтов М6, что предусмотрено конструкцией мотора.

Для облегчения конструкции на пластинах выполнена перфорация (рисунок 51). Разница в креплениях объясняется тем, что с одной стороны двигателя установлен редуктор, который не позволяет креплению проходить по всему диаметру боковой части электромотора.

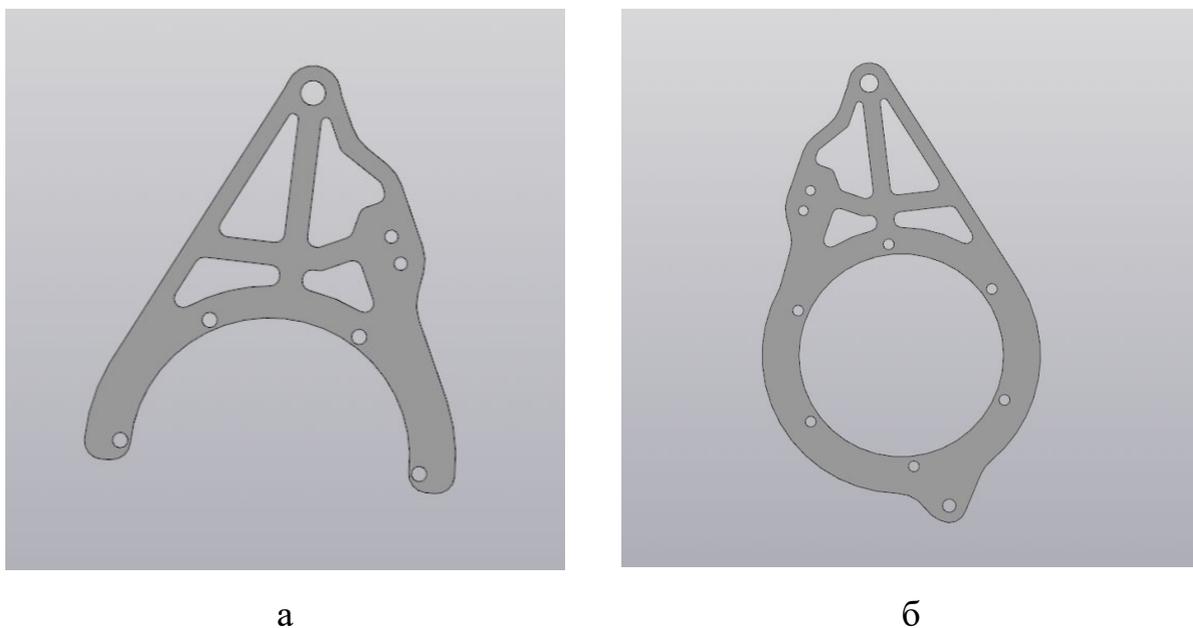


Рисунок 51 – Боковые крепления мотора, выполненные в виде стальных пластин: а – крепление со стороны редуктора; б – крепление со стороны без редуктора

Как видно из рисунка, по бокам пластины имеют по два отверстия, которые предназначены для крепления уголка, который, помимо осуществления функции распирающей стальных пластин, предназначен для упора в него болтов, через закручивание которых будет происходить смещение конструкции мотора с креплениями и, как следствие, натяжение

цепи. Болты будут крепиться к специальной поперечной трубе, вваренной в заднюю часть рамы, посредством втулок с резьбой.

Ось вращения механизма натяжения цепи – распирающая втулка между двумя креплениями двигателя – будет крепиться к раме трайка благодаря шпильке, которая будет проходить сквозь втулку и систему креплений, представляющую собой трубы, приваренные к раме трицикла (изображены на рисунке 52). Шпилька будет выполнена в виде стального прутка с резьбой по бокам для фиксации гайками.

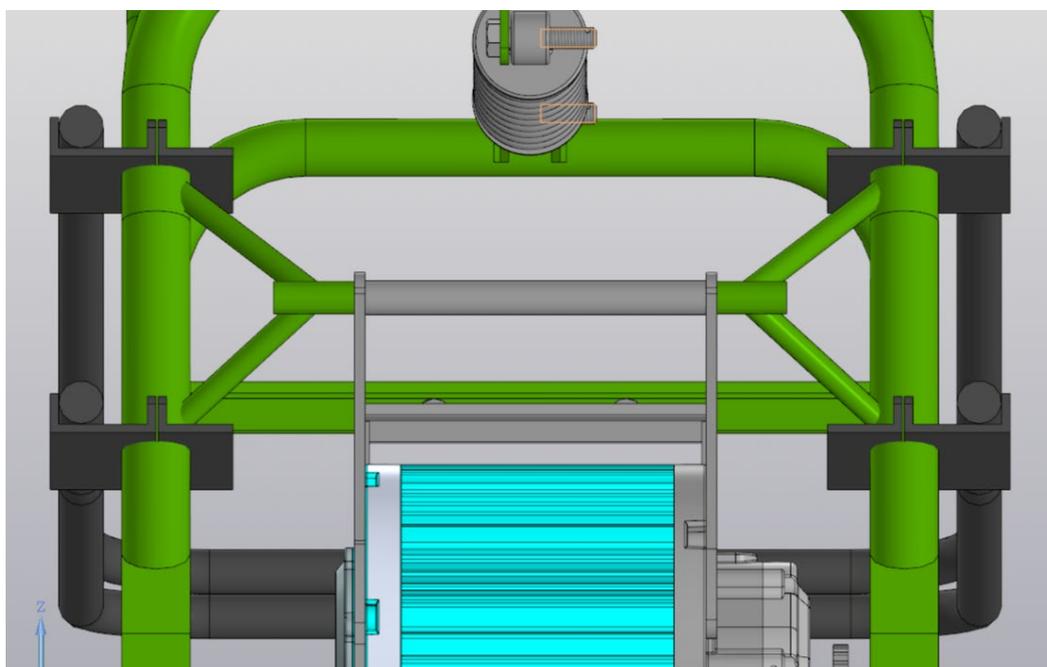


Рисунок 52 – Система креплений распирающей втулки

Помимо изготовления данной системы необходимо обеспечить фиксацию двигателя снизу с целью ограничения его смещения по оси вращения механизма натяжения цепи. Для этого было решено разработать кронштейн-салазки, повторяющий траекторию движения электромотора. Крепление кронштейна к двигателю в данном случае будет обеспечиваться с помощью болта, который при ослаблении будет перемещаться вдоль салазки вместе с креплением двигателя.

Для крепления кронштейна-салазок к несущей конструкции, в раму необходимо сварить стальную перекладину шириной 40 мм. Несмотря на вызванное этим решением увеличение веса конструкции трицикла, такой вариант видится оптимальным ввиду своей простоты и дополнительного повышения жесткости рамы за счет добавления распорки в ее задней части.

Кроме того, для увеличения прочности конструкции самого кронштейна, изображенного на рисунке 53, было предусмотрено диагональное ребро жесткости.

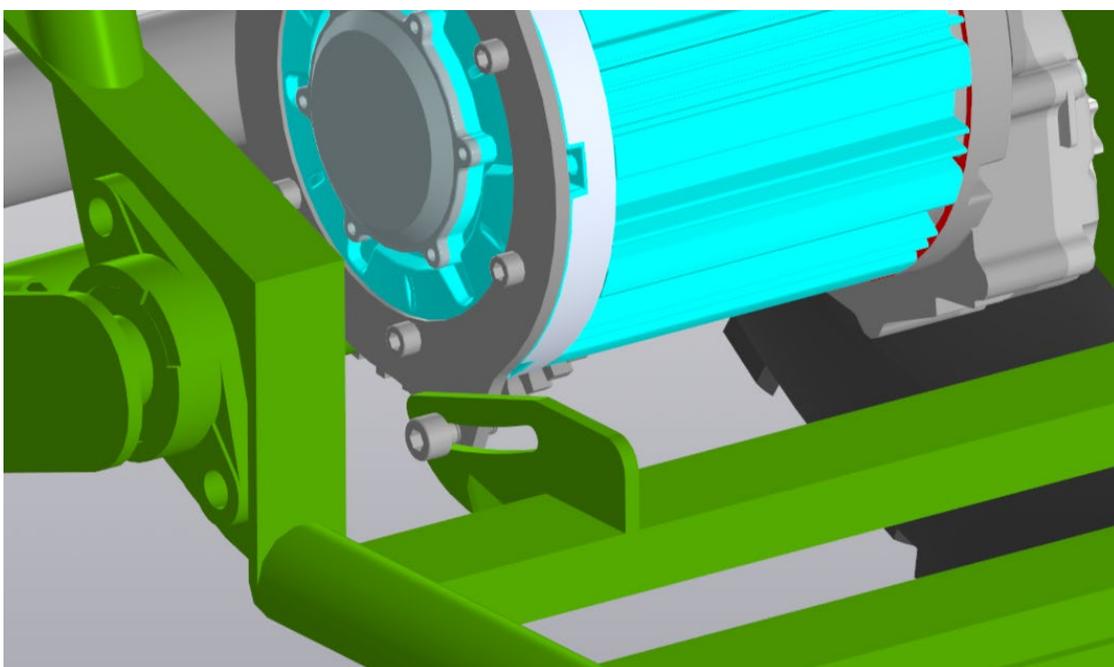


Рисунок 53 – Кронштейн-салазки для фиксации двигателя снизу

Таким образом, конструкция крепления двигателя с возможностью натяжения цепи будет включать следующие элементы:

- боковые крепления двигателя – стальные пластины;
- распирающий уголок, в который будут упираться болты натяжения цепи;
- стальной профиль с втулками для крепления болтов, приваренный к раме;

- распирающая втулка, представляющая собой ось вращения механизма натяжения цепи;
- система креплений втулки в виде труб, приваренных к раме;
- шпилька, проходящая сквозь распирающую втулку и трубы из системы креплений;
- кронштейн-салазки для фиксации крайнего положения двигателя.

Другим важным компонентом электрической системы трицикла, требующим разработки механизма крепления, является аккумулятор. Аккумулятор представляет собой блок прямоугольной формы с габаритами 248x234x285 мм. Его масса составляет 17 кг.

С целью обеспечения герметичности батареи изготавливается корпус с крышкой посредством 3D-печати с использованием ABS-пластика. Далее аккумулятор вместе с корпусом помещается в трайк.

При разработке крепления учитывалось, что аккумулятор необходимо будет довольно часто вынимать для подзарядки, что требует поиска удобного решения, позволяющего производить монтаж и демонтаж компонента с наименьшими трудозатратами.

В процессе выбора оптимальной системы кронштейнов был рассмотрен вариант крепления, аналогичный креплению двигателя. Было смоделировано решение с боковыми алюминиевыми плитами, приходящими к трубным кронштейнам рамы, соединение компонентов обеспечивается шпилькой. Снизу аккумулятор вставляется в широкий паз, образованный четырьмя уголками, повторяющими форму его корпуса и приваренными к несущей конструкции.

Данный вариант показан на рисунке 54.

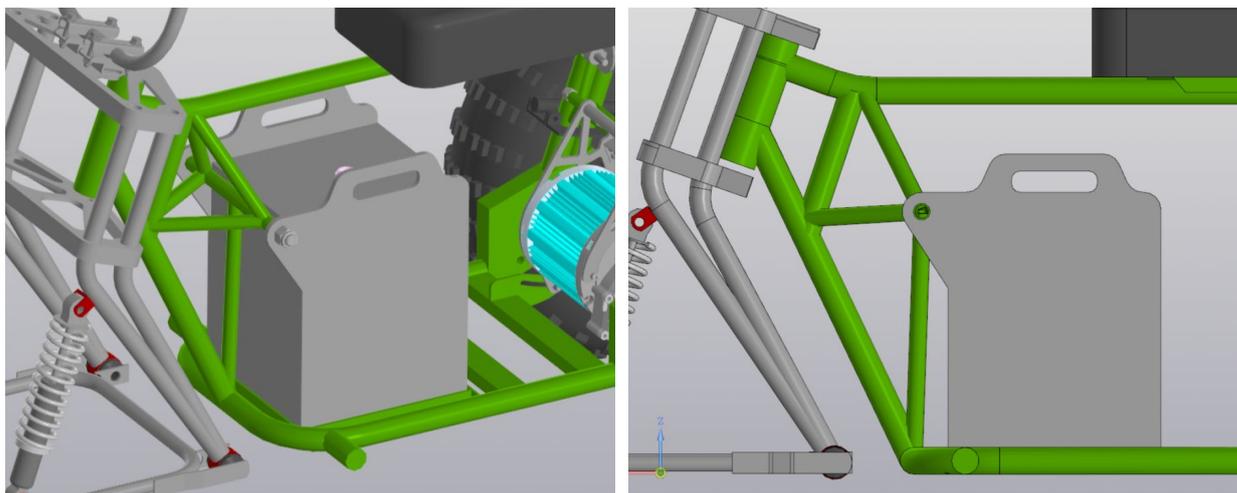


Рисунок 54 – Первый вариант крепления аккумулятора

Несмотря на преимущество такого решения, которое заключается в надежности крепления, данный вариант видится слишком громоздким из-за большого количества труб в передней части рамы.

В связи с этим был рассмотрен второй вариант крепления, который включает:

- широкий паз, образованный четырьмя уголками (остался без изменений по сравнению с первым предложенным вариантом);
- переработанные боковые алюминиевые пластины: убрана выступающая часть, добавлена перфорация для облегчения конструкции;
- эластичные ремни для закрепления на раме по бокам.

После изготовления креплений был собран прототип мотовездехода, как показано на рисунке 55.



Рисунок 55 – Внешний вид электрического прототипа мотовездехода

Испытания прототипа будут проведены в условиях эксплуатации, приближенных к реальным, в июне-июле 2024 г.

Выводы по разделу

В ходе проектирования прототипа электрического мотовездехода был проведен тяговый расчет, подобран электрический двигатель, разработана несущая рамная конструкция, описаны основные параметры геометрии трайка, разработаны крепления электрокомпонентов. По итогам проведенных проектировочных работ был создан прототип трицикла массой 115 кг и габаритными размерами 2030 x 1100 x 1120 мм, обеспечивающий посадку до двух человек (включая водителя).

Заключение

В рамках магистерской диссертации был разработан план по организации производства малогабаритного транспортного средства – трехколесного мотовездехода с электрической силовой установкой и сменными модулями.

В ходе работы были выявлены следующие требования, которые позволят обеспечить конкурентоспособность разрабатываемого трицикла на российском рынке: компактность, технологичность и водонепроницаемость электрических компонентов для возможности преодоления брода глубиной до 900 мм. Для определения данных требований был проведен сравнительный анализ представленных на рынке моделей электрических трайков и охарактеризовано понятие качества применительно к транспортным средствам.

В практической части работы описана последовательность действий при проектировании конструкции мотовездехода: произведен тягово-динамический расчет, осуществлен подбор двигателя; разработана несущая рамная конструкция; разработана система рулевого управления; разработана система креплений основных электрокомпонентов.

С целью доказательства конкурентоспособности предложенного проекта был разработан и предложен бизнес-план, предполагающий дальнейшую реализацию спроектированного и изготовленного внедорожного трицикла.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения описанного алгоритма при разработке прототипов малогабаритных транспортных средств или при запуске мелкосерийного производства. Приведенные в разделе 3 расчеты позволяют обеспечить надежность и эффективность разрабатываемой конструкции; проведенный в разделе 2 анализ рынка в России позволяет говорить об актуальности и нужности разработки. В работе впервые описывается опыт проектирования и

конструирования внедорожного мотовездехода с электрической силовой установкой как уникального средства для мониторинга особо охраняемых природных территорий.

Таким образом, в работе предложена методика проектирования конкурентоспособного малогабаритного транспортного средства, сформулированы подходы к составлению экономического обоснования для мелкосерийного производства вездеходов с электросиловой установкой. Подтверждением научной новизны является патент.

Описанные методики были внедрены в работу производственной компании ООО «ИНЖИНИРИНГ ЭКСТРА» при изготовлении прототипа электрического мотовездехода в 2023-2024 гг.

Работа была выполнена в рамках программы «Стартап как диплом» при поддержке Фонда содействия инновациям.

Список используемых источников

1. Васин С.А., Талдыкина А.А. Влияние дизайн-визуализации на повышение качества продукции при разработке транспортного средства // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 10. – С. 46–48.
2. Горелов, В.А. Исследование движения автомобиля в программном комплексе автоматизированного моделирования динамики систем тел / В.А. Горелов, А.И. Комиссаров, Б.Б. Косицын // Журнал автомобильных инженеров. – 2016. – № 1 (96). – С. 18–23.
3. Зеер В.А., Жарков И.С., Сорокин А.А. Транспортное средство особо малого класса повышенной проходимости // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – С. 146–150.
4. Звягинцев В.В., Звягинцева О.Ю. Влияние выбросов автотранспорта на защитные леса в условиях Восточного Забайкалья // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 5(47). С. 69-72.
5. Костин П.И. Конструктивные особенности квадроциклов, применяемых на лесозаготовках // Вестник науки и образования. – 2021. – № 1 (104). – С. 20–22.
6. Малкин В.С. Техническая эксплуатация автомобилей : Теоретические и практические аспекты : учеб. пособие для студ. Высш учеб. заведений / В.С. Малкин – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
7. Парфенова Е.А. Оценка загрязнения почв тяжелыми металлами в результате влияния выбросов автотранспорта // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. 2011. № 25. С. 590-592.
8. Патент № RU 140372 S, МКПО 12-11. Трайк: № 2023502913: заявл. 15.06.2023: опубл. 30.01.2024 / Чижаткина Е.Д. 5 с.

9. Перминов А.В., Савченкова В.А., Коршунов Н.А., Конюшенков М.Е. Перспективы применения мотовездеходов в лесном хозяйстве // Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 3. – С. 59–69.

10. Санатов Д.В. Перспективы развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России: экспертно-аналитический доклад. СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – 44 с.

11. Семикашев В.В., Колпаков А.Ю., Яковлев А.А., Ростовский Й. Развитие рынка электромобилей в России как необходимое условие получения выгод от глобального тренда на электрификацию транспорта // Проблемы прогнозирования. 2022. №3. С. 1-12.

12. Серебренников А. Д. Опыт разработки инновационного электрического мотовездехода // Молодежь. Наука. Общество – 2022 : Всероссийская студенческая научно-практическая междисциплинарная конференция: сборник студенческих работ, Тольятти, 19–23 декабря 2022 года. – Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2023. – С. 367-371.

13. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин: Учеб. для студентов автомобильных специальностей вузов. – М. : Машиностроение, 1981 – 271 с.

14. Сысоева Е.В., Гельманова М.О. Методы расчета рассеивания загрязняющих веществ в городской атмосфере // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. № 8. С. 1027-1040.

15. Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях». URL: <https://web.archive.org/web/20150402105530/http://giod.consultant.ru/page.aspx?1156668> (дата обращения: 20.01.2023).

16. Хегай Ю.А., Тарасова Н.О., Лукьяненко Е.С. Перспективы развития электромобилей и автомобилей-гибридов // Теория и практика общественного развития. 2014. С. 1-3.

17. Чижаткина Е.Д., Власов В.С., Серебренников А.Д. Разработка системы рулевого управления при проектировании внедорожного мотовездехода // Инновации в науке и технике: современные вызовы. 2024. С. 128-132.

18. Чижаткина Е.Д., Серебренников А.Д., Сорокин Г.А. Исследование актуальности разработки малого электротранспорта в России // Междисциплинарные исследования и открытия: неопределенность и новые вызовы. 2024. С. 11-16.

19. Чугунов, М.В. Анализ статической прочности и жесткости несущих элементов конструкции электромобиля BravoEgo // Науковедение. – 2016. – Т. 8, № 3. – 22 с.

20. Чугунов М.В., Полунина И.Н., Пьянзин А.М. Проектирование электромобиля-трайка на базе параметрических CAD/CAE-моделей // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, № 3. – С. 464–479.

21. Чутков К.А., Рогачев Д.И., Конторщиков С.В., Рязанцев Е.Н., Копытов Г.В. Методика определения технических характеристик электродвигателя опорно-ходового модуля и аккумуляторной батареи для повышения подвижности мотовездеходных транспортных средств. – 2022. – № 175 (01). – С. 1–9.

22. Эфендиева Ш.Т. Влияние выбросов автотранспорта на окружающую среду // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2018. Т. 12. № 1. С. 104-108.

23. Application of finite element analysis in the development of the pedal assembly of the Formula Student racing car / A. V. Bobrowskii, A. V. Zotov, D. A. Bobrowskii [et al.] // E3S Web of Conferences : XIV International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability (TITDS-XIV-2023), Bukhara, Uzbekistan, 26–28 октября 2023 года. Vol. 471. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2024. – P. 04002. – DOI 10.1051/e3sconf/202447104002. – EDN BVNNQM.

24. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate. URL: www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf (дата обращения: 15.01.2023).

25. Emanakov I. V., Ovchinnikov S. A. Application of Standardization and Lean Production Methods for the Development of Management Systems at Machine-Building Enterprises // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Strategy of Development of Regional Ecosystems “Education-Science-Industry”. 2021. No. 208. Pp. 123–129. 23.

26. Leelakar K., Balasubramanian N., Kulandaivel A. A review on design analysis and fabrication of body framing and chassis developing of electrical ATV // Materials Today Proceedings. 2021. Pp. 1030-1034.

27. Nikam A., Mourya P., Kawade A., Nikam S. Design and Analysis of Transmission System for ATV // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 2023. Pp. 1969-1973.

28. Poojari M., Shreyas B.S., Muddaiah R., Raj A., Babu B.S. Design, analysis of steering system and front suspension for an Electric All-Terrain vehicle // Materials Today: Proceedings. 2021. Pp. 2848-2857.

29. Priimak E. V., Razina I. S. Machine-building organization production using quality management methods // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Pp. 1–4. 24.

30. Tipner L., Markova Y., Vasiliev N. Organizational Problems of Machine-Building Enterprises in the Context of Small-Scale Production // MATEC Web of Conferences. 2021. Pp. 1–6.