

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Разработка конструкции внедорожного жилого прицепа

Обучающийся

И.И. Болдырев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизилов

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

Консультанты

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

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

доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

О.А. Головач

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

Тольятти 2022

## Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка конструкции внедорожного жилого прицепа».

Цель дипломного проекта – Разработка конструкции внедорожного жилого прицепа.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 90 страниц с приложениями.

Графическая часть содержит 10 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненный дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе рассмотрены виды внедорожных прицепов, требования, предъявляемые к транспортировочным устройствам – прицепах.

Во втором разделе выполнен тягово-динамический расчет автомобиля среднего класса с колесной формулой 4×4, который будет выполнять транспортировку внедорожного жилого прицепа.

В третьем разделе составлены технические задание и предложение на разработку конструкции внедорожного жилого прицепа.

В четвертом разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки внедорожного жилого прицепа.

В пятом разделе рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.

В шестом разделе определена эффективность разработки внедорожного жилого прицепа с экономической стороны.

## **Abstract**

The title of the senior thesis is: «The design development of an off-road travel trailer».

The aim of the senior thesis is to develop the design of the off-road travel trailer.

The graduation project consists of six parts, introduction and conclusion, list of references, appendices, 90 pages with attachments in total.

The graphic part is on 10 A1 sheets, which performed in the automated system for the development and execution of design and project documentation «KOMPAS-Graph». The graduation project fully complies with the approved assignment.

In the first part we review the types of off-road trailers and the requirements for transportation devices – trailers.

The second part presents the calculation of traction-dynamic properties of the all-wheel-drive middle-class car for transporting the off-road travel trailer.

The third part contains the terms of reference and technical proposal for the design development of the off-road travel trailer.

The fourth part substantiates the selection of the technological process, describes the definition of the assembly complexity. The technological process for assembling the off-road travel trailer is developed.

In the fifth part we consider the safety and ecological properties of the project.

In the sixth part of the senior thesis we establish the economic efficiency of the off-road travel trailer.

## Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса .....	8
1.1 Виды внедорожных прицепов .....	10
1.2 Требования к транспортировочным устройствам .....	19
2 Тягово-динамический расчет автомобиля .....	21
3 Конструкторская часть .....	35
3.1 Техническое задание на разработку внедорожного жилого прицепа ...	35
3.2 Техническое предложение на разработку внедорожного жилого прицепа.....	38
4 Технологический раздел.....	49
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	49
4.2 Определение трудоемкости сборки.....	52
4.3 Составление технологического процесса сборки внедорожного жилого прицепа.....	53
5 Безопасность и экологичность проекта .....	60
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса сборки внедорожного жилого прицепа.....	60
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	60
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	62
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	68
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса сборки внедорожного жилого прицепа .....	71
6 Экономическая эффективность проекта.....	73
Заключение .....	82
Список используемой литературы и используемых источников.....	83
Приложение А. Спецификация .....	90

## Введение

«Дом на колесах – это идеальное транспортное средство для длительных путешествий. В принципе, в нашей стране купить готовое жилье на колесах – чаще всего европейского производства – особых проблем не составляет. Отечественная компания «Купава» производит вполне годные туристические прицепы-«караваны», причем стоят они как минимум вдвое дешевле европейских аналогов. Одна проблема: все они – и самоходные автодома, и прицепы – не слишком уютно чувствуют себя вне приличного асфальта.

Допустим, не нужно ездить напрямик через торфяные болота, а вполне достаточно того, чтобы прицеп или самоходный кемпер без проблем для своего здоровья выдержал многодневную поездку по разбитым дорогам с ямами в полколеса, бугристым грейдерам и горным грунтовоккам с торчащими из дорожного полотна валунами» [32].

«Все внедорожные дома на колесах можно разделить на три группы.

Первые это самоходные кемперы на полноприводных шасси. Тут открывается огромное окно возможностей. Можно взять «буханку» (УАЗ СГР) или Соболь 4×4 и плотно поработать с их внутренним обустройством. Однако внутренний объем этих фургонов довольно ограничен, также существует проблема возможности стоять в полный рост.

Можно взять полноприводное шасси – скажем, УАЗ Профи или Соболь 4×4 Фермер и построить домик на этом шасси. Тоже, в общем-то, получится «дом кума Тыквы» – размер грузовой площадки этих автомобилей составляет около 3 метров в длину и двух в ширину, но можно использовать пространство над кабиной.

Популярные среднеразмерные пикапы (Mitsubishi L200, Isuzu D-Max, Toyota Hilux) подходят для таких целей не слишком хорошо: их грузовая площадка имеет в длину всего 1,5 метра и сильно ограничивает возможности кемперостроителей» [22].

Глубокий внедорожный тюнинг автомобилей потихоньку признается потребителям не выгодным. Одно дело поставить силовые бампера, большие колеса, блокировки и лебедку. Совсем другое – строить автомобиль, как говорится, «на все случаи жизни». Казалось бы, удобно: в салоне и спальня, и багажное отделение, и даже кухню можно разместить. Но тут мы сталкиваемся с огромным количеством проблем.

Строительство автомобиля для внедорожных условий: путешествия, рыбалка, охота, приводит к тому, что затрачивая большие средства на тюнинг, со временем владелец испытывает трудности с продажей такого автомобиля по адекватной цене. Ведь все переделки осуществляются «под себя», в итоге для покупателя чего-то не хватает, а что-то не нравится. Продажа затягивается или приходится продавать по цене, в разы ниже реальной стоимости машины и тюнинга.

Редко кто имеет отдельные автомобили для различных условий эксплуатации. Чаще всего «боевой» автомобиль используется и для города, и для дальних дорожных поездок. Соответственно, снижается комфортность «гражданских» поездок и ресурс автомобиля.

Хранение экспедиционного багажа, которого обычно немало, и сборы в поездку также являются проблемой: не будешь же постоянно ездить с полным снаряжением. То есть, необходимо место для хранения, а сборы занимают массу времени и требуют повышенного внимания – если что-то забудешь, восполнить по пути будет проблематично.

Практически все эти проблемы решает внедорожный прицеп. Автомобиль не требует глобальной переделки, соответственно, не нужны большие вложения, и при продаже он подойдет большему количеству покупателей. При смене автомобиля не нужно опять затевать длительный и затратный процесс тюнинга, делая из салона жилую «квартиру». Благодаря минимальному количеству переделок машина спокойно эксплуатируется как в городе, так и в лесу/поле/степи/горах.

Прицеп является местом хранения экспедиционного снаряжения, причем при правильной организации рабочего пространства сразу видно, чего не хватает и что еще забыли положить.

Время на сборы в поездку сокращается до минимума: заполнил баки водой, заправил газовый баллон, проверил заряд аккумулятора и можно ехать. Ведь все остальное уже лежит в прицепе.

Увеличивается комфорт в салоне автомобиля, возможность перевозить животных в багажнике.

При разворачивании лагеря остается тягач на ходу.

Еще один огромный плюс внедорожного прицепа – большой уровень комфорта, сравнимый, пожалуй, только с жилыми модулями для пикапов и кемперами (домами на колесах), но прицеп универсальнее и в разы дешевле.

Таким образом, представляется интересным разработка собственной конструкции внедорожного жилого прицепа.

## 1 Состояние вопроса

«Прицепом считается транспортное устройство, которое не имеет собственного двигателя и может двигаться только в составе с механическим тягачом. Существует различная классификация прицепов для легковых автомобилей в зависимости от принадлежности использования:

- универсальные: используются для различных грузов;
- специальные: для перевозки животных, самосвалы, коммерческие павильоны цистерны, для перевозки водных механизмов и оборудования, для перевозки техники;
- прицеп-дача или дом на колёсах;
- специализированные прицепы, полуприцепы и роспуски.

Также, появляются на рынке разные дополнительные виды прицепов, позволяющие перевозить малую строительную и специальную технику, стройматериалы крупногабаритного вида и прочее, в допустимых габаритах перевозки» [3]

«Применение автоприцепов постоянно расширяется во многих отраслях производства: сельского хозяйства, животноводства, промышленного, дорожного хозяйства, в торговле и других сферах. Классификация автоприцепов к легковым автомобилям распределяется по грузоподъёмности» [7]

«Конструкция прицепов состоит из следующих элементов:

- из рамной высокопрочной обвязки: из алюминиевого сплава или оцинкованной стали;
- дышло, часть продолжения рамы с элементом сцепного устройства;
- кузова или погрузочной площадки;
- колёсного узла, подвески» [19]

«Автоприцеп может быть выполнен в одноосном или двухосном исполнении, с пружиной, рессорной или резино-жгутовой независимой подвеской или торсионного независимого типа. Прицеп к авто может



оснащаться тормозной системой гидравлического типа, а также стояночным или аварийным тормозом» [21]

«К числу достоинств внедорожных прицепов относится следующее:

- увеличенное пространство для вещей. Чем больше людей едет в путешествие, тем меньше места в машине остается на багаж и снаряжение. Прицеп быстро устраняет дефицит пространства. Машина может быть абсолютно пустой, а все вещи переносятся в прицепное ТС;
- комфорт и отдых. С такими прицепами повышенной проходимости, являющимися целыми домами на колесах, не страшен дождь, снег или ветер. Жилые отсеки продуманы до мелочей, чтобы погода не портила ваш отдых;
- защита от износа машины. Дополнительный багаж и полный салон людей негативно сказывается на подвеске машины. Переместив все в прицеп, автомобиль не пострадает;
- меньше времени на сборы. Загрузил все в прицеп и поехал. На месте откинул крышку, сделал палатку, поставил навес, организовал полевую кухню. Куда больше времени уходит на то, чтобы разбить обычную палатку, организовать спальники, разложить стол, стулья и прочее;
- идеальный лагерь. Если вы любите просто отдыхать дикарями на берегу озера, моря, ездить на рыбалку с ночевкой, прицеп с повышенными внедорожными возможностями станет лучшим решением, чтобы организовать временный лагерь со всеми удобствами;
- меньше спешки. Кемпер требует более медленного движения. Кто-то скажет, что это недостаток. Но я не соглашусь. В этом вся прелесть путешествия на машине, чтобы изучать природу, наслаждаться видами, никуда не спешить и просто отдыхать.

Недостатки:

- увеличенные габариты машины, из-за которых в городе сложно парковаться;
- повышается расход топлива;
- это дополнительная нагрузка на сам автомобиль;
- подобные решения дорогие в сравнении с обычными автоприцепами;
- их содержание требует дополнительных затрат;
- внедорожные ТС провоцируют покупку разного дополнительного оборудования;
- ограничивает скорость движения по трассе» [15].

### 1.1 Виды внедорожных прицепов

«Туристический прицеп (рисунок 1) – палатка на основе внедорожного прицепа – это основа для лагеря быстрого разворачивания, включающего жилой модуль и дополнительное оборудование (в зависимости от использования)» [4].



Рисунок 1 – Прицеп-палатка Z-lander Z1

«Он представляет собой невысокое багажное отделение с плоской крышкой, которая служит основой для палатки. Внутри прицепа размещается багажное отделение и при необходимости мобильная кухня: емкость для воды, мойка, столешница, газовая плита. Поскольку такое жилище размещается на внедорожном прицепе и является самостоятельным сооружением, его можно использовать в качестве базового лагеря на соревнованиях (внедорожные соревнования, кайтинг, мотокросс, виндсерфинг, дайвинг), во время путешествий, которые предусматривают продолжительные стоянки (караванинг, поездки на море), охоты, рыбалки, фотосессий на природе. Автомобиль-тягач остается свободным для дневных поездок по окрестностям или для прохождения спортивной трассы. При этом внутри прицепа остается достаточно места для багажа, то есть вам не придется переделывать салон и багажник своего внедорожника, а также загромождать его необходимой в путешествии поклажей» [4].

«Дополнив комплектацию такого прицепа складной туристической (кемпинговой) мебелью, генератором, холодильником, запасом воды и газа, можно получить комфортное полноценное жилье, сравнимое по уровню комфорта с кемперами и благоустроенными палаточными лагерями, и практически не зависеть от капризов природы.

В основе прицепа заложена мощная рама с центральным хребтом. Рессоры крепятся через свои подрамники, что позволяет менять подвеску на независимую и менять центр тяжести прицепа» [11].

«Прицеп – палатка позволяет взять с собой необходимый для ремонта техники (мотоцикла, квадроцикла, внедорожника) инструмент и получить комфортную ремонтную зону с крышей, нормальным светом, электричеством и сжатым воздухом, чего порой сильно не хватает на соревнованиях» [22].

«На дышле внедорожного прицепа может быть закреплен ящик с отсеком для инструмента, в котором предполагается перевозка газового баллона, дополнительного аккумулятора – источника питания для освещения

жилого модуля. Также в этом ящике можно перевозить необходимые мелочи, для которых важен быстрый доступ. Крепление кроссового мотоцикла на специальном ложементе. Крепление канистр по 20 л с фиксацией на замок.

Кроме этого, с учетом планируемого использования, мы можем укомплектовать прицеп-палатку и другим оборудованием.

Прицеп может использоваться как с тяжелым подготовленным внедорожником, так и со средним кроссовером (SUV). Использование внедорожного прицепа-палатки позволит значительно сократить время разворачивания лагеря» [10].

Внедорожный прицеп-комби «Z-Lander» (рисунок 2) служит удобным средством перевозки багажа и, одновременно, основой для базового лагеря. Лагерь состоит из палатки, перевозимой на крыше прицепа в сложенном состоянии и там же раскладывающейся, навеса-тента, приставной столешницы и кухонного модуля, расположенного в одном из штатных ящиков. То есть, в «походном» состоянии это достаточно компактный прицеп, в разложенном – просторная палатка и полноценной кухней, а между поездками – удобное автономное хранилище походного снаряжения.



Рисунок 2 – Прицеп-комби Z-lander Z2

Прицеп актуален для тех, у кого в дороге всегда много крупногабаритных вещей: резиновая лодка, лодочный мотор, автомобильный холодильник, просторная кемпинговая палатка и кемпинговая мебель... Да мало ли что можно взять с собой в поездку. Использование внедорожного прицепа-комби имеет ряд преимуществ перед другими способами обеспечения комфорта на природе.

Тюнинг внедорожника в направлении обустройства в салоне спального места и дополнительных благ цивилизации ограничивается небольшим объемом салона и комфорт получается весьма условным. К тому же, глобальные переделки салона и багажного отделения вызовут сложности при продаже автомобиля;

Палатка на крыше внедорожника – уже более интересный вариант, но по городу ездить с ней неудобно, значит надо снимать – грузить. Плюс необходим верхний багажник. Ну, и конечно, место для хранения и минимум два человека при установке – снятии. Еще пара недостатков – поднимается центр тяжести, что не очень хорошо как на дороге, так и на бездорожье, а также заметно меняется аэродинамика. Ну, и багажник автомобиля все равно получается забитым полезным в путешествии багажом.

Палатка в кузове пикапа требует при своей установке переместить багаж, обычно занимающий этот самый кузов куда-то. Увлекательная задача в теории, а вот на практике радости она доставляет не много.

Прицеп-комби же, во-первых, всегда готов к поездке. Достаточно только загрузить продукты, залить воду и заправить газ. Все необходимое для путешествия или поездки уже сложено. Во-вторых, прицеп не меняет центр тяжести автомобиля, а его проходимость на бездорожье сравнима с проходимостью подготовленного внедорожным тюнингом полноприводного автомобиля, то есть очень велика.

В-третьих, объем багажного отделения у прицепа-комби больше, чем объем багажника у большинства автомобилей, да к тому же его не страшно испачкать или поцарапать изнутри. Внутреннее пространство прицепа можно

организовать таким образом, чтобы все лежало на своих местах и до всего можно было легко добраться. Если устраивать подобный органайзер у себя в машине, то использовать его потом для бытовых перевозок (мебель на дачу отвезти или крупногабаритную бытовую технику) вряд ли получится. А если еще учесть внешние ящики и крепления, то никакой автомобиль по грузопместимости с внедорожным прицепом-комби не сравнится.

А еще, в случае поездок в облегченном варианте (без крупногабаритных вещей), палатку и тент можно легко демонтировать с прицепа и установить на автомобиль.

Прицеп-комби состоит из четырех основных модулей.

Основной грузовой отсек предназначен для перевозки крупногабаритного и тяжелого багажа, доступ к нему осуществляется сверху (поднятием крышки прицепа) и сзади (с помощью распашной двери, открываемой вбок).

Второй модуль, кухонный, расположен над правым колесом и скрывает в себе газовую плиту, разделочный стол и кухонное оборудование.

Третий модуль, расположенный над левым колесом, предназначен для размещения и перевозки небольших по объему предметов. В одном из отделений можно разместить дополнительное электрооборудование.

Четвертый модуль расположен на дышле и представляет собой два изолированных отсека, предназначенных под дополнительный аккумулятор, газовые баллоны, инструмент и технологические жидкости.

Прицеп-капля Via-Lander (рисунок 3) – компактный прицеп для активного отдыха. Процесс его создания начался с объединения опыта эксплуатации нашего экспериментального teardrop-а и модернизации QEK Junior 80-х годов. Получился прицеп размером тиардропа, но с возможностью размещения внутри салона кухни, туалета, душа и трансформируемой обеденной зоны в спальную. Прицеп комфортно разместит двух взрослых человек. При необходимости и еще одного ребенка.



Рисунок 3 – Прицеп-капля Via-Lander

Такие возможности достигаются благодаря расположению пола ниже рамы между кухней и спальным местом.

Внедорожный прицеп-фургон Cross Lander (рисунок 4) – это способ обеспечить комфорт обычного дома в путешествии или просто поездке на природу. Этот прицеп представляет собой аналог кемпера – дома на колесах: компактный, но просторный жилой модуль, оснащенный всем необходимым (жесткие стены и крыша, спальное место, кухня с газовой плитой и мойкой, шкафы и ящики для багажа, снаряжения и продуктов)

Благодаря большому клиренсу и огромному углу въезда данный прицеп можно спокойно использовать на сильно изрезанном рельефе. Большое значение клиренса обеспечивается просторными колесными арками, позволяющими использовать колеса большого размера. Чтобы добиться одинаковой ширины колеи у тягача и прицепа, разработаны колесные проставки-переходники. Благодаря им на прицеп можно ставить колеса той же размерности и типа, что и у тягача. Для достижения максимального угла въезда задняя нижняя часть прицепа выполнена скошенной.





Рисунок 4 – Прицеп-фургон Cross Lander

Сцепка прицепа-фургона рассчитана на использование на бездорожье и, соответственно, вероятность возникновения поперечных кренов. Вариантов сцепки два: либо сцепная головка Knott, которая имеет осевое вращение, либо сцепное кольцо типа НАТО, которое, впрочем, требует установки на тягач соответствующего фаркопа. Крепкая рама покрыта методом горячего цинкования.

Прицеп Tough Lander T1 (рисунок 5) – сделан по принципу, как прицеп лафет (платформа). Что обеспечивает его многофункциональность. Все, что закреплено на прицепе платформе-временно - является грузом.

На прицепе может перевозиться разного рода техника, такие как: квадроцикл, вездеход Арго, катер до 5,3м, сайд-бай-сайд или съемный жилой модуль.

Есть и такой пример использования прицепа – перевозка гриля для проведения корпоративных мероприятий.

Пневматическая независимая подвеска в совокупности с инерционной тормозной системой и крепкой рамой обеспечивает должную выносливость



прицепа на плохих дорогах, курсовую устойчивость и соответственно управляемость всего состава.



Рисунок 5 – Прицеп Tough Lander T1

Прицеп-капля Teardrop Classic (рисунок 6), в переводе с английского это слово означает «слезинка». Прицепы слезинки или тиардроп трейлер (teardrop trailer) активно стали строиться в Америке в 1930 годах, когда было тяжелое время и многие люди лишились работы, дома и другого имущества. Тогда, как способ выживания люди стали активно строить из подручных средств в гаражах компактные прицепы. Как правило, это была простая рама и деревянный кузов. Задача таких прицепов обеспечить минимальные условия для жизни. Простое спальное место. Набор шкафчиков и полочек для самых необходимых вещей.

В задней части под крышкой располагалась кухня и все, что связано с приготовлением еды (посуда, крупы, столовые приборы, плита, раковина). Встречались конструкции тиардропов в которых пространство на дышле использовалось для перевозки грузов (мототехники, лодочных моторов и так далее). Крыша была задействована для крупногабаритного легкого груза как

каюк, палатка, велосипеды или автопалатка. Боковые части кузова прицепа капли также на себе массу полезных элементов такие как: канистры с топливом, съемные столешницы, проточные бойлеры для нагрева воды, запаски и так далее.



Рисунок 6 – Прицеп-капля Teardrop Classic

Прицепы капли были очень популярны до 1960 года. После завершения тяжелых времен стали появляться частные мастерские, а впоследствии и крупные фирмы. Со временем, менялись формы, материалы расширялась сфера применения. Кто-то использовал прицеп каплю, как дополнение к ретро автомобилю. Кто-то использовал, как тягач для капли мотоцикл или трайк.

Прицеп капля также полюбился любителям внедорожных путешествий.

Однако принцип оставался тот же – салон из расчета большого спального места, кухня в задней части.

## 1.2 Требования к транспортировочным устройствам

«Человеку, который самостоятельно желает изготовить прицеп для передвижения грузов, следует изучить требования, предъявляемые к автомобильным прицепам. Эти нормы содержатся в ГОСТ 37.001.220–1980, который называется «Прицепы к легковым автомобилям». Выборка из этих требований включает следующие положения:

- вес прицепа не должен быть больше 1,8 тонны и половины веса главного автомобиля;
- статическая нагрузка на шаровой шарнир в его центральной части должна быть в пределах 25–100 кгс (килограмм-сил);
- полная длина повозки не должна быть более 8 метров, ширина – не превышать 2 м 30 см, а высота делается в пределах трех метров;
- прицеп не должен иметь дорожный просвет менее этой характеристики у двигающего его автомобиля;
- для автоприцепа применяется одна ось, но допускается использование двух параллельных, на расстоянии не далее метра одна от другой;
- тяговое устройство и сцепка дублируются двумя глухо закрепленными кусками цепи или троса для страховки сцепления при поломке шарнира;
- чтобы зафиксировать остановку полуприцепа, в комплекте должны быть противооткатные башмаки в количестве двух штук, их также можно сделать своими руками, а можно купить готовые, заводского изготовления;
- если детали кузова располагаются ниже перевозимого груза, а он представляет опасность загрязнения проходящего транспорта, то ставят брызговики или крылья;

- сцепка и тяговое приспособление обязательно должны быть изготовлены в заводских условиях, и подтверждается это специальным сертификатом;
- должны быть крепления для таблички с номером;
- чтобы иметь возможность использовать бортовую сеть машины, предусматривается электрический кабель с присоединенной вилкой и присутствует схема электрического оборудования в том виде, как ее определяет ГОСТ 9209–1976» [13].

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» рассмотрены виды внедорожных прицепов, требования предъявляемые к транспортировочным устройствам – прицепах.

## 2 Тягово-динамический расчет автомобиля

В конструкторской части проводятся тягово-скоростной и топливно-экономический расчеты автомобиля среднего класса с колесной формулой 4×4.

«Необходимая мощность для движения определяется по формуле:

$$N_{\max} = \frac{1}{\eta_{mp}} \cdot [G_a \cdot f_0 \cdot (1 + A \cdot V_{\max}^2) + \frac{c_x \cdot \rho \cdot F \cdot V_{\max}^2}{2 \cdot 3,6^2}] \cdot \frac{V_{\max}}{3,6 \cdot 1000}, \quad (1)$$

где  $G_a$  – вес автомобиля, принимаем равным 25300 Н;

$\eta_{mp}$  – КПД трансмиссии, принимается равным 0,92;

$c_x$  – коэффициент аэродинамического сопротивления, принимаем равным 0,62;

$\rho$  – плотность воздуха, принимаем равным 1,25 кг/м<sup>3</sup>» [28].

$$F = B_{\max} \cdot H, \quad (2)$$

$$F = 1,828 \cdot 1,935 = 3,537 \text{ м}^2.$$

$$N_{\max} = \frac{1}{0,92} \cdot [25300 \cdot 0,014 \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-5} \cdot 130^2) + \frac{0,62 \cdot 1,25 \cdot 3,537 \cdot 130^2}{2 \cdot 3,6^2}] \times \\ \times \frac{130}{3,6 \cdot 1000} = 93,45 \text{ кВт}.$$

Выбираем двигатель ЗМЗ-4062.10 мощностью 111,3 кВт

«Выбор передаточного числа главной передачи.

$$i_0 = \frac{0,377 \cdot r_k \cdot n_N}{V_{\max} \cdot i_{pk}}. \quad (3)$$

Размер шин: 225/75R16.

$$r_{ct} = \frac{d}{2} + B \cdot (1 - \lambda) \cdot \left(\frac{H}{B}\right) / 100, \quad (4)$$

где  $\lambda$  – коэффициент радиальной деформации шины, для легковых автомобилей принимаем равным 0,15» [28].

$$r_k = r_{ct} = \frac{0,406}{2} + 0,225 \cdot (1 - 0,15) \cdot 0,75 = 0,347 \text{ м.}$$

$$i_0 = \frac{0,377 \cdot 0,35 \cdot 5400}{130 \cdot 1} = 5,481.$$

Проверка по динамическому фактору на прямой передаче:

$$V_M = \frac{0,377 \cdot r_k \cdot n_M}{i_0 \cdot i_{pk}}, \quad (5)$$

$$V_M = \frac{0,377 \cdot 0,35 \cdot 5000}{5,481 \cdot 1} = 120,37 \text{ км/ч;}$$

$$P_k^M = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{pk} \cdot \eta_{mp}}{r_k}; \quad (6)$$

$$P_k^M = \frac{203 \cdot 5,481 \cdot 1 \cdot 5000}{0,35} = 2925 \text{ Н;}$$

$$D_{\max}^{\text{выси}} = \frac{P_k^M - P_w^M}{G_a}, \quad (7)$$

$$D_{\max}^{\text{выси}} = \frac{1925 - 1532}{25300} \cdot 100\% = 5,51\%.$$

Выбор передаточного числа первой передачи.

«Первая передача выбирается из условия преодоления максимального подъёма:

$$\Psi_{\max} = f \cdot \cos \alpha_{\max} + \sin \alpha_{\max}, \quad (8)$$

$$\Psi_{\max} = 0,014 \cdot \cos 16^\circ + \sin 16^\circ = 0,3.$$

$$P_{\Psi_{\max}} \leq P_{k1} \leq P_{\varphi_{\max}},$$

$$\frac{G_a \cdot \Psi_{\max} \cdot r_k}{M_{e_{\max}} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}} \leq i_l \leq \frac{G_a \cdot k_{cy} \cdot m_{g2} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{e_{\max}} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}}, \quad (9)$$

где  $k_{cy}$  – коэффициент приходящейся массы на ведущие колёса, для полноприводного автомобиля коэффициент равен 1;

$m_{g2}$  – коэффициент динамического перераспределения реакций, принимаем равным 1;

$\varphi$  – коэффициент сцепления колеса с дорогой, равняется 0,6» [28].

$$\frac{25300 \cdot 0,3 \cdot 0,35}{203 \cdot 5,481 \cdot 0,92} \leq i_l \leq \frac{25300 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 0,35}{203 \cdot 5,481 \cdot 0,92},$$

$$2,595 \leq i_l \leq 5,19.$$

Принимаем равным 3,78.

«Передаточные числа других передач определяем по формуле:

$$i_k = \sqrt[n-k]{i_l^{n-k}}, \quad (10)$$

где  $n$  – число передач.

$$i_{II} = \sqrt[3]{3,78^{4-2}} = 2,467, i_{II} = 2,6;$$

$$i_{III} = \sqrt[3]{3,78^{4-3}} = 1,558, i_{III} = 1,55;$$

$$i_{IV} = \sqrt[3]{3,78^{4-4}} = 1,0;$$

$$i_V = 0,82.$$

Передаточные числа раздаточной коробки:

- на высшей передаче – 1,
- на низшей передаче – 1,94» [28].

Внешняя скоростная характеристика двигателя.

«Внешняя скоростная характеристика двигателя представляет собой зависимость его мощности, крутящего момента и удельного расхода топлива от частоты вращения коленчатого вала при максимальном открытии дроссельной заслонки» [28].

В таблице 1 представлены параметры для построения внешней скоростной характеристики.

Таблица 1 – Параметры для построения внешней скоростной характеристики

Показатель	Значения									
	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5400
$n$ , мин <sup>-1</sup>	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5400
$N_e$ , кВт	13	25	36,5	48,2	56	70	81	93	106	111,3
$M$ , Н·м	126	160	175	184	180	190	196	198	203	197
$g_e$ , г/кВт·ч	293	269	267	267	272	267	272	278	291	302

Тяговый баланс автомобиля.

«Тяговый баланс автомобиля – зависимость тяговой силы на ведущих колесах для различных передаточных чисел в трансмиссии, а также сил сопротивления качению и воздуха от скорости движения» [28].

«Исходные данные:

а) передаточные числа коробки передач и раздаточной коробки:

$$i_I = 3,78; i_{II} = 2,6; i_{III} = 1,55; i_{IV} = 1,0; i_V = 0,82; i_{рквыси} = 1,0; i_{ркниз} = 1,94.$$

б) передаточное число главной передачи ..... 5,481;

в) коэффициент аэродинамического сопротивления ..... 0,62;

г) КПД трансмиссии ..... 0,92;

д) габаритные размеры автомобиля:

1) высота, мм ..... 1935;

2) ширина, мм ..... 1828.

е) полная масса автомобиля, кг ..... 2530;

ж) распределение нагрузки по осям:

1) передний мост, Н ..... 10880;



- 2) задний мост, Н ..... 14420.  
 3) радиус колеса, м ..... 0,35» [28].

Сила тяги автомобиля:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_0 \cdot i_{кн} \cdot i_{рк} \cdot \eta_{мп}}{r_k}, \quad (11)$$

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{кн} \cdot 5,48 \cdot 1 \cdot 0,92}{0,35} = 14,407 \cdot M_e \cdot i_{кн}$$

Скорость автомобиля:

$$V_M = \frac{0,377 \cdot r_k \cdot \eta_e}{i_0 \cdot i_{кн} \cdot i_{рк}}, \quad (12)$$

Максимальная тяговая сила по сцеплению с опорной поверхностью представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Максимальная тяговая сила по сцеплению с опорной поверхностью

Показатель	Значения			
	0,2	0,4	0,6	0,8
$P_\phi, H$	5060	10120	15180	20240

Расчет силы тяги на разных передачах представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет силы тяги на разных передачах

Показатель	Значения					
	1000	2000	3000	4000	5000	5400
$n_e, \text{мин}^{-1}$	13312	18488,9	19017,2	20707,6	21447,1	20813,2
$P_{к1}$	6861,8	9530,4	9802,7	10674	11055,2	10728,5
$P_{к2}$	4719,8	6555,3	6742,6	7341,9	7604,1	7379,4
$P_{к3}$	2813,4	3907,9	4019,6	4376,9	4533,2	4399,2
$P_{к4}$	1815,3	2521,3	2593,3	2823,8	2924,6	2838,2
$P_{к5}$	1488,5	2067,4	2126,5	2315,5	2398,2	2327,3

Определение сил сопротивления движению автомобиля.

Расчет сил сопротивления качению:

$$P_{f1} = G_a \cdot f_{01} \cdot (1 + A \cdot V_a^2), \quad (13)$$

$$P_{f2} = G_a \cdot f_{02} \cdot (1 + A \cdot V_a^2).$$

Расчет силы аэродинамического сопротивления:

$$P_w = \frac{C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V_a^2}{2 \cdot 3,6^2}, \quad (14)$$

$$P_w = \frac{0,62 \cdot 1,25 \cdot 3,537}{2 \cdot 3,6^2} = 0,1057 \cdot V_a^2.$$

Расчет силы аэродинамического сопротивления на разных скоростях движения представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет силы аэродинамического сопротивления на разных скоростях движения

Показатель	Значения					
	20	40	60	80	100	120
$V_a$ , км/ч						
$P_{f1}$	359,8	376,8	405,2	444,8	495,8	558,2
$P_{f2}$	771,1	807,6	868,3	953,3	1062,6	1196,2
$P_w$	42,3	169,2	380,7	676,8	1057,5	1522,8

Динамическая характеристика автомобиля.

Динамическая характеристика автомобиля – это зависимость динамического фактора от скорости установившегося движения автомобиля.

$$D = \frac{P_k - P_w}{G_a} \cdot 100\%. \quad (15)$$

Расчет динамической характеристики автомобиля на разных передачах представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Расчет динамической характеристики автомобиля на разных передачах

Показатель	Значения					
	1000	2000	3000	4000	5000	5400
$n_e, \text{мин}^{-1}$	1000	2000	3000	4000	5000	5400
$V_{aIркв}, \text{км/ч}$	3,28	6,56	9,85	13,13	16,41	17,73
$D_{Iркв}, \%$	52,61	73,06	75,13	81,78	84,66	82,13
$V_{aIIркв}, \text{км/ч}$	6,37	12,74	19,11	25,47	31,84	34,39
$D_{IIркв}, \%$	27,1	37,6	38,59	41,92	43,27	41,91
$V_{aIIIркв}, \text{км/ч}$	9,26	18,52	27,78	37,04	46,29	50
$D_{IIIркв}, \%$	18,62	25,77	26,33	28,45	29,16	28,12
$V_{aIVркв}, \text{км/ч}$	15,53	31,06	46,59	62,13	77,66	83,87
$D_{IVркв}, \%$	11,02	15,04	14,98	15,69	15,4	14,45
$V_{aVркв}, \text{км/ч}$	24,07	48,15	72,22	96,29	120,37	130
$D_{Vркв}, \%$	6,93	8,99	8,07	7,28	5,5	4,15
$V_{aVIркв}, \text{км/ч}$	29,36	58,71	88,07	117,43	146,79	–
$D_{VIркв}, \%$	5,52	6,73	5,16	3,38	0,47	–

$$f = f_0 \cdot (1 + A \cdot V^2), \quad (16)$$

Расчет коэффициента сопротивления качению на разных скоростях движения представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет коэффициента сопротивления качению на разных скоростях движения

Показатель	Значения					
	20	40	60	80	100	120
$V_a, \text{км/ч}$	20	40	60	80	100	120
$f_1$	0,0142	0,0149	0,016	0,0176	0,0196	0,0221
$f_2;$	0,0304	0,0319	0,0343	0,0377	0,042	0,0473

Характеристика ускорений автомобиля.

«Характеристика ускорений автомобиля представляет собой зависимость ускорения от скорости движения автомобиля на каждой передаче.

Исходные данные:

- момент инерции колеса, кг·м<sup>2</sup> ..... 1,382;
- момент инерции двигателя, кг·м<sup>2</sup> ..... 0,34;
- число колес, шт. .... 4;
- коэффициент сопротивления качению ..... 0,014»[13].

«Расчетные формулы:

$$j = \frac{(D - f) \cdot g}{\delta_j}, \quad (17)$$

где  $\delta_j$  – коэффициент, учитывающий влияние инерции вращающихся масс двигателя и колес» [28].

$$\delta_j = 1 + \sigma_1 \cdot i_{kn}^2 \cdot i_{pk}^2 + \sigma_2 \quad (18)$$

$$\sigma_1 = \frac{I_e \cdot i_0^2 \cdot \eta_{mp} \cdot g}{G \cdot r_k^2}, \quad (19)$$

$$\sigma_1 = \frac{0,34 \cdot 5,481^2 \cdot 0,92 \cdot 9,8}{25300 \cdot 0,35^2} = 0,02974,$$

$$\sigma_2 = \frac{n \cdot I_k \cdot g}{G \cdot r_k^2},$$

$$\sigma_2 = \frac{4 \cdot 1,382 \cdot 9,8}{25300 \cdot 0,35^2} = 0,0175.$$

Расчет коэффициента, учитывающего влияние инерции вращающихся масс двигателя и колес, представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет коэффициента, учитывающего влияние инерции вращающихся масс двигателя и колес

Показатель	Значения
$\delta_{jII}$	2,617
$\delta_{jIB}$	1,442
$\delta_{jIIB}$	1,218
$\delta_{jIIIB}$	1,089
$\delta_{jIVB}$	1,047
$\delta_{jVVB}$	1,037

Расчет ускорений представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет ускорений

Показатель	Значения					
	1000	2000	3000	4000	5000	5400
$n_e, \text{мин}^{-1}$	1000	2000	3000	4000	5000	5400
$j_{II}, \text{м/с}^2$	1,917	2,683	2,761	3,01	3,118	3,023
$j_{IB}, \text{м/с}^2$	1,746	2,459	2,526	2,753	2,845	2,752
$j_{IIB}, \text{м/с}^2$	1,384	1,959	2,005	2,175	2,232	2,149
$j_{IIIB}, \text{м/с}^2$	0,866	1,228	1,222	1,286	1,26	1,174
$j_{IVB}, \text{м/с}^2$	0,518	0,711	0,624	0,551	0,384	0,258
$j_{VVB}, \text{м/с}^2$	0,389	0,503	0,355	0,188	–	–

Характеристика разгона автомобиля по времени.

Характеристика разгона автомобиля по времени – это зависимость времени от скорости движения при полностью открытой дроссельной заслонке.

Подсчет зависимости производится графическим интегрированием площади на графике величин обратных ускорениям.

$$dt = \frac{1}{j} dV. \quad (20)$$

Время разгона автомобиля с буксующим сцеплением:

$$t_0 = \frac{V_{\min}}{3,6 \cdot j_{cp}}, \quad (21)$$

$$t_0 = \frac{6,37}{3,6 \cdot 0,87} = 2,03 \text{ с.}$$

Время необходимое для переключения передач, принимаем равным 1,5 с.

Расчет времени разгона представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет времени разгона

Показатель	Значения										
$V_a$ , км/ч	6,37	11,37	16,37	21,37	26,37	31,37	34,39	39,39	44,39	50	60
$t$ , с	2,03	2,65	3,21	3,76	4,28	4,77	5,06	7,2	7,82	8,53	12,24
$V_a$ , км/ч	70	80	83,87	93,87	103,87	113,87	130	–	–	–	–
$t$ , с	14,39	16,57	17,46	23,77	28,93	34,71	47,42	–	–	–	–

Время разгона до 60 км/ч, с ..... 12,24;

Время прохождения первых 1000 метров пути, с ..... 44,28.

Характеристика разгона автомобиля по пути.

«Характеристика разгона автомобиля по пути – это зависимость пройденного пути от скорости движения автомобиля с полностью открытой дроссельной заслонкой двигателя. При построении указанной зависимости следует принимать те же условия, что и при расчете времени разгона» [28].

Подсчет зависимости производится графическим интегрированием площади на графике разгона автомобиля по времени.

$$dS = Vdt, \quad (22)$$

$$S = \int Vdt.$$

Расчет зависимости пройденного пути от скорости движения автомобиля с полностью открытой дроссельной заслонкой двигателя представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет зависимости пройденного пути от скорости движения автомобиля с полностью открытой дроссельной заслонкой двигателя

Показатель	Значения										
	10	20	30	34,39	40	50	60	70	80	83,87	90
$V_a$ , км/ч	10	20	30	34,39	40	50	60	70	80	83,87	90
$S$ , м	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
$V_a$ , км/ч	70	80	83,87	93,87	103,87	113,87	130	–	–	–	–
$S$ , м	14,39	16,57	17,46	23,77	28,93	34,71	47,42	–	–	–	–

Скорость, развиваемая автомобилем на пути 1000 м, равна 129,57 км/ч.

Путь, необходимый автомобилю для достижения скорости 60 км/ч, равен 110,38 м.

Мощностной баланс автомобиля.

«Мощностной баланс автомобиля представляет собой зависимость мощности на ведущих колесах для всех передаточных чисел трансмиссии, мощности сопротивления качению и воздуха, а также суммы двух последних от скорости установившегося движения» [28].

$$N_k = \frac{P_k \cdot V_a}{3,6 \cdot 1000}, \quad (23)$$

$$N_w = \frac{P_w \cdot V_a}{3,6 \cdot 1000}, \quad (24)$$

$$N_f = \frac{P_f \cdot V_a}{3,6 \cdot 1000}, \quad (25)$$

Данные для построения графика мощностного баланса представлены в таблицах 11, 12.

Таблица 11 – Данные для построения графика мощностного баланса

Показатель	Значения					
	1000	2000	3000	4000	5000	5400
$n_e, \text{мин}^{-1}$	1000	2000	3000	4000	5000	5400
$N_e, \text{кВт}$	13	36,5	56	81	106	111,3
$V_a^I, \text{км/ч}$	6,36	12,74	19,11	25,47	31,84	34,39
$V_a^{II}, \text{км/ч}$	9,26	18,52	27,78	37,04	46,29	50,0
$V_a^{III}, \text{км/ч}$	15,53	31,06	46,59	62,13	77,66	83,87
$V_a^{IV}, \text{км/ч}$	24,07	48,15	72,22	96,29	120,37	130
$V_a^V, \text{км/ч}$	29,36	58,72	88,07	117,43	146,79	–

Таблица 12 – Данные для построения графика мощностного баланса

Показатель	Значения						
	0	20	40	60	80	100	130
$V_a, \text{км/ч}$	0	20	40	60	80	100	130
$N_w, \text{кВт}$	0	0,235	1,88	6,34	15,04	29,38	64,54
$N_{f1}, \text{кВт}$	0	1,99	4,19	6,75	9,88	13,77	21,44
$N_{f2}, \text{кВт}$	0	4,28	8,97	14,47	21,18	29,52	45,94
$N_{f1} + N_w, \text{кВт}$	0	2,43	6,59	14,24	27,09	46,9	93,45
$N_{f2} + N_w, \text{кВт}$	0	4,91	11,79	22,63	39,37	64,01	120,08

«Нагрузочной характеристикой является зависимость удельного расхода топлива от степени использования мощности двигателя и частоты вращения коленчатого вала» [28].

Характеристика строится по табличным данным двигателя (таблица 13).

Таблица 13 – Данные зависимости удельного расхода топлива от степени использования мощности двигателя и частоты вращения коленчатого вала

Показатели	Значения									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Процентный показатель мощности, %										
Частота вращения коленвала, об/мин	Мгновенный расход топлива, г/кВт·ч									
1000	1238	769	449	333	313	303	293	286	289	293
2000	577	430	333	299	286	267	254	256	259	267
3000	653	448	337	299	277,6	267	261	256	261	272
4000	571	427	337	302	280	269	263	258,5	258,5	272



Экономическая характеристика автомобиля.

«Экономическая характеристика автомобиля – это зависимость путевого расхода топлива от скорости установившегося движения.

Исходные данные:  $\eta_{mp} = 0,92$ ,  $\gamma = 0,75$  кг/л – плотность топлива.

Расчетная формула:

$$Q_s = \frac{g_e \cdot (N_f + N_w)}{10 \cdot V_a \cdot \gamma \cdot \eta_{mp}}. \quad (26)$$

График строится при  $f_{01} = 0,014$  и  $f_{02} = 0,03$ , что соответствует движению по дороге с хорошим и с плохим покрытием» [28].

Расчет для построения графика при движении на четвертой передаче по дороге с хорошим покрытием представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Данные для построения графика при движении на четвертой передаче по дороге с хорошим покрытием

Показатель	Значения			
$V_a$ , км/ч	24,07	48,15	72,22	96,29
% исп $N_e$	23,95	25,29	38,22	52,76
$g_e$ , г/кВт·ч	626	430	304	280
$Q_s$ , л/100 км	10,66	10,94	11,99	16,53

Расчет для построения графика при движении на четвертой передаче по дороге с плохим покрытием представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Данные для построения графика при движении на четвертой передаче по дороге с плохим покрытием

Показатель	Значения			
$V_a$ , км/ч	24,07	48,15	72,22	96,29
% исп $N_e$	47,11	42,88	59,32	72,69
$g_e$ , г/кВт·ч	316	294	267	261
$Q_s$ , л/100 км	10,66	12,72	15,78	20,87

Расчет для построения графика при движении на пятой передаче по дороге с хорошим покрытием представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Данные для построения графика при движении на пятой передаче по дороге с хорошим покрытием

Показатель	Значения			
	$V_a$ , км/ч	29,36	57,72	88,07
% исп $N_e$	31,45	37,34	60,89	87,36
$g_e$ , г/кВт·ч	415	305	266	261
$Q_s$ , л/100 км	7,64	9,25	13,75	21,09

Расчет для построения графика при движении на пятой передаче по дороге с плохим покрытием представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Данные для построения графика при движении на пятой передаче по дороге с плохим покрытием

Показатель	Значение			
	$V_a$ , км/ч	29,36	57,72	88,07
% исп $N_e$	60,05	59,73	86,05	–
$g_e$ , г/кВт·ч	303	267	258	–
$Q_s$ , л/100 км	10,68	13,03	18,85	–

Выводы по разделу.

В разделе «Тягово-динамический расчет автомобиля» выполнен тягово-динамический расчет автомобиля среднего класса с колесной формулой 4×4, который будет выполнять транспортировку внедорожного жилого прицепа.

### **3 Конструкторская часть**

#### **3.1 Техническое задание на разработку внедорожного жилого прицепа**

Конструкторская разработка относится к одноосным внедорожным прицепам для комфортного отдыха двух человек.

Внедорожный жилой прицеп представляет собой рамную одноосную двухколесную конструкцию на шинах внедорожного профиля протектора с рессорной подвеской, на которой закреплен ящик-рундук, жилой модуль-кузов, состоящий из сэндвич панелей, на боковых стенках и спереди расположены окна, в верхней части размещен приточный вентилятор, на задней стенке размещена солнечная панель для выработки электрической энергии для зарядки аккумулятора, внутри расположена миникухня, спальное место для отдыха, оборудованное освещением и звуковой системой, снаружи на задней части жилого модуля размещено запасное колесо и две стандартные канистры, сцепная головка и переднее опорное колесо.

Внедорожный жилой прицеп предназначен для передвижения по обычным дорогам, бездорожью, летом, зимой и в межсезонье.

«Разработка ведется в соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей».

При выполнении конструкторской разработки особое внимание следует обратить на следующие источники информации: интернет-форумы, журналы, методические пособия и другую техническую литературу.

Наименование и условное обозначение темы разработки не имеет» [5].

Внедорожный жилой прицеп должен состоять из металлической рамы, двух колес с внедорожным профилем протектора, одноосной рессорной подвески, жилого модуля-кузова, ящика-рундука, запасного колеса, двух стандартных канистр.

К конструкции внедорожного жилого прицепа предъявляются следующие требования:

- должна быть предназначена для комфортного размещения внутри двух человек;
- конструкция прицепа должна обеспечивать высокую проходимость, высокую устойчивость;
- подвеска должна быть одноосная рессорная;
- должна быть безопасной при эксплуатации в различных погодных условиях;
- «конструкция рамы должна обладать достаточной жёсткостью и прочностью;
- для оснащения прицепа должны максимально использоваться механические узлы, электрические и электронные элементы, агрегаты и отдельные элементы автомобильной промышленности, отвечающие современным и перспективным международным и российским требованиям» [15];
- в передней части прицепа предусмотреть наличие ящика-рундука;
- на передней и боковых стенках кузова прицепа предусмотреть наличие трех окон для освещения;
- предусмотреть наличие приточной вентиляции в верхней части прицепа;
- на задней части прицепа предусмотреть крепление для запасного колеса и стандартных канистр;
- для обеспечения автономности энергоснабжения разместить солнечную панель;
- «дизайн конструкции должен быть современным, иметь красивый и эстетичный вид;
- посадка и высадка пассажиров должна быть максимально удобной;

- в процессе эксплуатации конструкция не должна требовать частых профилактических работ и особого ухода. При проведении технического обслуживания необходимо использовать только эксплуатационные материалы, выпускающиеся серийно, не требующие использования специальных инструментов.
- разработку конструкции выполнить в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График» [25].

«Исходя из конструктивных соображений и представленных на рынке предложений, ориентировочно принимаем следующие технические показатели:

- габаритные размеры:
  - 1) длина, не более мм ..... 4700;
  - 2) ширина, не более мм ..... 2000;
  - 3) высота, не более мм ..... 2600;
- подвеска ..... рессорная;
- размер колес ..... 225/75R16;
- масса, не более кг ..... 700» [2].

«Внедорожный жилой прицеп изготовить в 1 экземпляре. Поскольку серийное производство не предусмотрено, то поиск на патентную чистоту не обязателен.

Использовать внедорожный жилой прицеп должны люди, прошедшие специальный инструктаж по технике безопасности и изучившие правила эксплуатации.

Составные части конструкции должны легко подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке.

Хранить прицеп в собранном или разобранном виде в сухом помещении.

При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом.

На экспертизу предоставить в письменном варианте ТЗ, ТП. Место проведения экспертизы – кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет».

На согласование предоставляется техническое предложение с эскизным проектом. Согласование с другими организациями не требуется.

Изготовление опытного образца не предусматривается.

Возможность экспорта разрабатываемой установки в зарубежные страны не предусмотрена» [23].

### **3.2 Техническое предложение на разработку внедорожного жилого прицепа**

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать конструкцию внедорожного жилого прицепа. Внедорожный жилой прицеп представляет собой рамную одноосную двухколесную конструкцию на шинах внедорожного профиля протектора с рессорной подвеской, на которой закреплен ящик-рундук, жилой модуль-кузов, состоящий из сэндвич панелей, на боковых стенках и спереди расположены окна, в верхней части размещен приточный вентилятор, на задней стенке размещена солнечная панель для выработки электрической энергии для зарядки аккумулятора, внутри расположена миникухня, спальное место для отдыха, оборудованное освещением и звуковой системой, снаружи на задней части жилого модуля размещено запасное колесо и две стандартные канистры, сцепная головка и переднее опорное колесо.

Внедорожный жилой прицеп должен иметь следующие технические показатели:

– габаритные размеры:

- 4) длина, не более мм ..... 4700;
- 5) ширина, не более мм ..... 2000;
- 6) высота, не более мм ..... 2600.

- подвеска ..... рессорная;
- размер колес ..... 225/75R16;
- масса, не более кг ..... 700» [2].

Преимуществом проектируемой конструкции является возможность превращения обычного автомобиля в дом на колесах, путем крепления кузова прицепа к автомобилю. Когда необходимо путешествовать, кузов прицепа может быть быстро преобразован в дом на колесах после крепления прицепа на обычный автомобиль или внедорожник, поэтому дом на колесах может использоваться гибко и может значительно сократить ежедневное использование и затраты на техническое обслуживание. Кузов прицепа – это, по сути, подвижная комната, которую можно перемещать, а подвижная комната имеет настройки и функции существующего обычного дома на колесах.

«Техническим заданием рекомендовано обратить внимание на представленные источники информации:

- интернет-форумы,
- журналы на техническую тематику,
- техническую литературу» [25].

Основными частями внедорожного жилого прицепа являются:

- металлическая рама,
- два колеса с внедорожным профилем протектора,
- одноосная рессорная подвеска,
- жилой модуль-кузов,
- ящик-рундук,
- запасное колесо,
- две стандартные канистры.

В рамках разработки конструкции внедорожного жилого прицепа предлагаются следующие варианты исполнения конструктивных элементов.

В первую очередь необходимо определиться с рамой для транспортировки грузов, так как она должна обеспечивать требуемую прочность, надёжность крепления элементов. Рама может быть изготовлена из профиля прямоугольного сечения (рисунок 7, а) или профиля круглого сечения (рисунок 7, б).

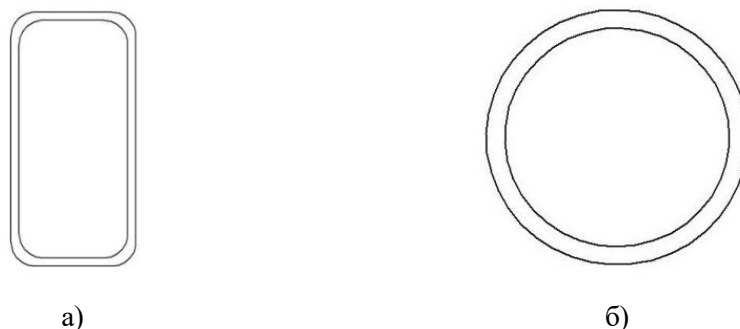


Рисунок 7 – Виды профиля для рамы

Преимуществом профиля прямоугольного сечения является устойчивость к внешним механическим нагрузкам, в том числе поперечным. Прилагаемое к четырёхугольному изделию усилие распределяется на каждую плоскость, что позволяет полой трубе прямоугольного сечения выдерживать такое же давление, как цельная штанга аналогичных габаритов. При этом материала тратится намного меньше.

Профиль лучше, чем круглая продукция, способен выдерживать нагрузки на скручивание и растяжение.

Прямоугольные и квадратные трубы удобнее складывать и перевозить: благодаря наличию граней и прямых углов они гарантированно не раскатятся в стороны. Плотнo уложенные, такие изделия занимают на складе меньше места.

Такие трубы очень удобно использовать в качестве опор и элементов каркаса: по прочности они не уступают цельным изделиям такой же формы, зато весят и стоят намного меньше



Принимаем форму рамы из профиля прямоугольного сечения (рисунок 8).

Для данной конструкции принимаем подвеску одноосную рессорную состоящую из рессор, кронштейнов подвески, стремянок с элементами крепления рессоры, кронштейнов рессор. Колеса размещаются на оси. Ось рессорная без элементов подвески представляет из себя балку со ступицами 98×5 с цапфой и подшипниками в сборе, в комплекте с колпаками и колесными болтами.

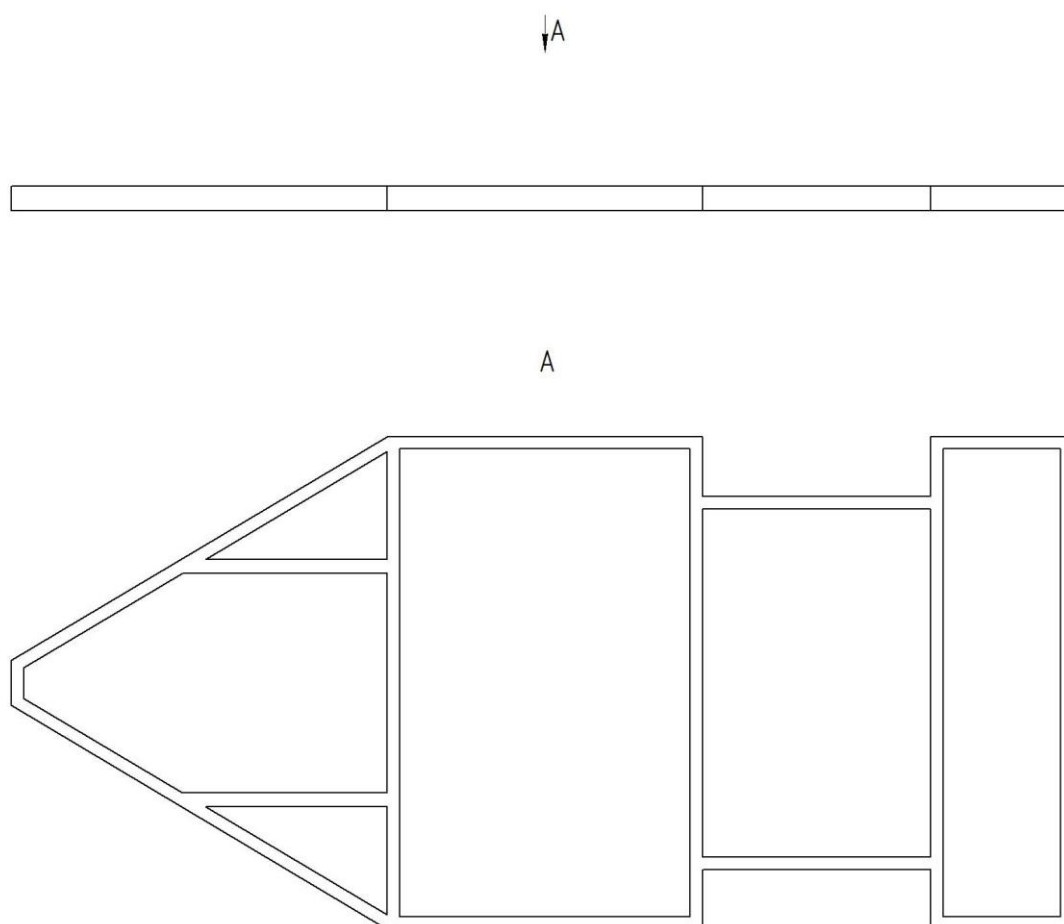


Рисунок 8 – Конструкция рамы внедорожного жилого прицепа

В целях обеспечения высокой проходимости внедорожного жилого прицепа, изучив применяемые на аналогичных конструкциях прицепов шины, с учетом рекомендаций по использованию таких же размеров, как на автомобиле (диаметр, вылет диска, ширина обода, размер резины) УАЗ

«Патриот», принимаем шины аналогичного размера – BFGOODRICH MUD-TERRAIN T/A KM3 - 225/75R16 115/112Q XL (рисунок 9) со следующими техническими характеристиками (таблица 18).

Таблица 18 – Технические характеристики шины BFGOODRICH MUD-TERRAIN T/A KM3 - 225/75R16 115/112Q XL

Параметр	Значение
Ширина, мм	225
Высота профиля, мм	75
Диаметр, дюйм	16
Индекс нагрузки	115
Индекс скорости	Q



Рисунок 9 – Шина BFGOODRICH MUD-TERRAIN T/A KM3 - 225/75R16

Для стыковки прицепного устройства прицепа с автомобилем требуется тяговый механизм или специальное тягово-сцепное приспособление – его называют фаркоп. Данное устройство предназначено для обеспечения надёжного крепления прицепа с автомобилем и способно распределять нагрузку равномерно.

Принимаем прицепное устройство производителя Knott (рисунок 10). Knott специализируется на тормозных системах, а также комплектующих для

прицепов и сельскохозяйственной техники. Один из лидеров российского и европейского рынков.



Рисунок 10 – Прицепное устройство Knott SPP 1300 кг 40×40

Опорное колесо устанавливают для устойчивости одноосной конструкции, а также для улучшения маневренности платформы прицепа. Принимаем опорное колесо производителя Knott (рисунок 11).



Рисунок 11 – Опорное колесо ATK60-205/60 AC

Ящик-рундук без особых усилий монтируется в любом удобном месте на раме прицепа и позволяет хранить дополнительные принадлежности и даже аккумуляторные батареи. Выполненный из прочного материала и оснащенный встроенным замком, он надежно защищает содержимое, а герметизация крышки предотвращает попадание внутрь пыли и влаги.

Жилой модуль-кузов состоит из сэндвич-панелей. Панели из-за небольшого размера собираем из алюминиевых композитных панелей 3 мм и фанерой 4 мм, между которыми 30 или 50 мм. В особо ответственные-нагруженные места, в панели заложены профили из алюминия, в которые можно дополнительно крепить элементы прицепа.

В качестве утеплителя в конструкции кузова используется экструдированный пенополистирол, плотностью 35 кг/м<sup>3</sup> с коэффициентом теплопередачи 0,028 Вт/м·°С. Этот материал намного прочнее пенопласта, не впитывает влагу и со временем не рассыпается на мелкие гранулы.

Прочные стыки сохраняют кузов в целости при движении по дорогам 3-5 класса, а также в случае резкого торможения или ускорения.

Жилой прицеп, изготовленный из сэндвич-панелей, более прочный по сравнению с кузовами, собранными по каркасным технологиям, в которых в качестве утеплителя используется пенопласт, а так же с заливными панелями, где в качестве утеплителя используется пенополиуретанол.

Пол состоит из нескольких слоев различных материалов, склеенных между собой: клееная панель (фанера 9 мм + утеплитель 50 мм + фанера 9 мм) с закладными поперечинами из фанеры. Снизу основание кузова подшито оцинкованной сталью.

Рассмотрим технологию сборки.

«На раму из металлических профилей и закрепленного на ней деревянного настила пола по ее периметру крепятся с помощью алюминиевых уголков заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова, образуя боковые, переднюю и заднюю панели кузова фургонного

типа. Для обеспечения герметичности конструкции сборки кузова применяется клеевое соединение, нанесенное на алюминиевые уголки. Для обеспечения жесткости конструкции используется болтовое соединение по всему периметру рамы.

Сборка остальных панелей, составляющих крышу, скосы и боковые панели, осуществляется с помощью алюминиевых уголков клеевым и заклепочным соединениями» [33].

Окна в количестве 3 штук будут, как в современных автодомах из пластиковых стеклопакетов. С возможностью открыть в дождь и в режим проветривания.

Покрытие пола прицепа автолин износостойкий.

На крыше предусматриваем вытяжную вентиляцию (рисунок 12)

Вытяжная вентиляция полностью заменит воздух в прицепе течение нескольких минут.



Рисунок 12 – Вытяжная вентиляция

Для автономного обеспечения жилого прицепа предусматриваем питание от солнечной батареи, размещённой на крыше в задней части прицепа.

Рассмотрев представленные на рынке варианты оснащения, принимаем готовую систему от компании «Технолайн».

Солнечная электростанция «Холодильник» (рисунок 13) обеспечит выработку электроэнергии до 1,6 кВт·ч в сутки, для стабильной работы освещения и бытового электрооборудования с напряжением 12 Вольт. Благодаря аккумуляторам входящим в комплект для накопления и последующего использования электроэнергии, 0,84 кВт·ч можно потребить после захода солнца.



Рисунок 13 – Солнечная электростанция «Холодильник»

Технические характеристики солнечной электростанции «Холодильник» представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Технические характеристики солнечной электростанции «Холодильник»

Параметр	Значение
Выходное напряжение , В	12
Общая емкость АКБ, А·ч	200
Тип АКБ	гель, необслуживаемый
Срок службы АКБ, лет	8
Общая мощность солнечных батарей , Вт	100
Тип солнечных батарей	монокристаллическая гибкая
Срок службы солнечных батарей, лет	10
Общая масса оборудования, кг	70

Продумывая наполнение прицепа-жилого модуля, важно понимать, для существуют ограничения по весу буксируемого прицепа для легкового авто.

Это связано как с требованиями ПДД, так и с конструктивными особенностями машины.

То есть перегружать автоприцеп не стоит. Все содержимое должно быть максимально легким и практичным. При посадке в модуль банально может не выдержать подвеска самого прицепа.

Что же касается наполнения, то оно бывает самым разнообразным.

В основном внутри жилой модуль в прицеп предусматривает установку таких элементов:

- рундук для хранения воды и топлива,
- вещевой ящик,
- стол,
- спальное место (лучше складное, откидное),
- мини-кухня,
- полки;
- навесные ящики.

На задней части кузова размещается запасное колесо и две стандартных канистры.

После выбора всех элементов конструкции внедорожного жилого прицепа составляем компоновочную схему размещения элементов конструкции (рисунок 14).

Спецификация на внедорожный жилой прицеп представлена в Приложении А (рисунок А.1).

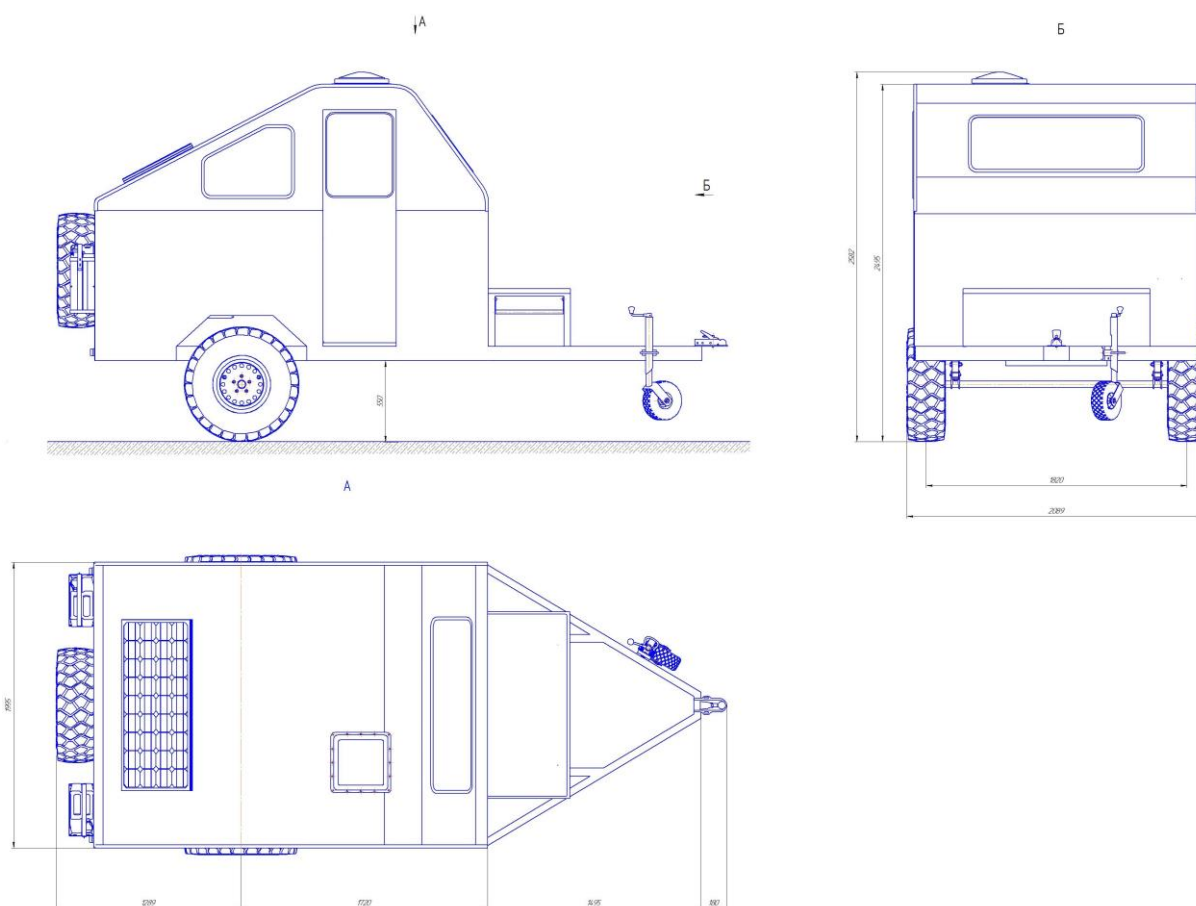


Рисунок 14 – Общая компоновка внедорожного жилого прицепа

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции внедорожного жилого прицепа.



## 4 Технологический раздел

### 4.1 Обоснование выбора технологического процесса

Процесс сборки является одним из заключительных этапов изготовления машины.

«Организационная форма сборки машин определяется типом и условиями производства. При этом решающими факторами являются годовой объем выпуска изделий, трудоемкость сборочных работ и экономическая эффективность» [28].

Для сборки внедорожного жилого прицепа предлагается мелкосерийная сборка, так как данная конструкция ввиду специфичности и не развитости данного направления туризма на территории Российской Федерации, не будет иметь большого количества заказов, а, следовательно, не требуется постройка изготовления на «поток».

В мелкосерийном производстве используют форму стационарной непоточной сборки с дифференциацией процесса на узловую и общую сборку. Процесс выполняется бригадами рабочих со специализацией по видам сборочных работ. Областью экономичного использования данного вида сборки является мелкосерийное производство средних по размеру и крупных машин.

Определяем такт выпуска:

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (27)$$

где  $F_{д}$  – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованных стендах;

$m$  – количество смен, принимается равным 1;

$N$  – годовой объем выпуска, принимается равным 100 шт.

$$T_L = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{100} = 1242 \text{ мин.}$$

Следующим этапом является составление технологической схемы сборки, в которой отражена последовательность соединения составных элементов конструкции (детали, сборочные единицы).

Технологическая схема сборки внедорожного жилого прицепа представлена в графической части ВКР.

На основании технологической схемы сборки, составляем перечень сборочных работ узловой и общей сборки.

Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 20), содержащей наименование сборочных работ и данные о нормировании всех необходимых видов работ.

Таблица 20 – Перечень сборочных работ

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Взять предварительно сваренную раму прицепа	1
Осмотреть раму прицепа	3
Установить в нижней части рамы прицепа на кронштейны, приваренные к раме, рессорную подвеску при помощи 4 болтов и 4 гаек	10
Взять ось вращения колес со ступицами	0,8
Осмотреть ось вращения колес со ступицами	0,4
Установить ось вращения колес со ступицами	6
Взять внедорожные колеса	2
Осмотреть внедорожные колеса	1
Взять гайку 10 шт.	0,4
Наживить гайку 10 шт.	2
Установить внедорожные колеса на ступицы оси	1
Завернуть гайку 10 шт. с усилием 90-110 Н·м	4
Взять опорное колесо АТК60-205/60 АС	0,5
Осмотреть опорное колесо АТК60-205/60 АС	0,3
Установить опорное колесо АТК60-205/60 АС в передней части рамы	15
Взять прицепное устройство Knott SPP 1300 кг 40×40	0,2
Осмотреть прицепное устройство Knott SPP 1300 кг 40×40	0,3
Установить прицепное устройство Knott SPP 1300кг 40×40 в передней части рамы	10
Взять деревянный настил пола (клееная панель (фанера 9 мм + утеплитель 50 мм + фанера 9 мм) с закладными поперечинами из фанеры)	5

Продолжение таблицы 20

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Закрепить при помощи саморезов настил пола на раме прицепа	10
Взять листы оцинкованной стали	0,5
Закрепить на нижнем основании кузова листы оцинкованной стали при помощи саморезов	30
Взять алюминиевый уголок	0,5
Осмотреть алюминиевый уголок	0,3
Нанести на алюминиевый уголок специальный клей	2
Взять боковую левую сэндвич панель	0,4
Осмотреть боковую левую сэндвич панель	0,9
«Установить боковую левую сэндвич панель на раму прицепа при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова	30» [14].
Взять боковую правую сэндвич панель	0,4
Осмотреть боковую правую сэндвич панель	0,9
«Установить правую сэндвич панель на раму прицепа при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова	30» [14].
Взять заднюю сэндвич панель	0,4
Осмотреть заднюю сэндвич панель	0,9
«Установить заднюю сэндвич панель на раму прицепа при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова	30» [14].
Взять переднюю сэндвич панель	0,4
Осмотреть переднюю сэндвич панель	0,9
«Установить переднюю сэндвич панель на раму прицепа при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова	30» [14].
Взять сэндвич панель переднего скоса	0,4
Осмотреть сэндвич панель переднего скоса	0,9
«Установить сэндвич панель переднего скоса на боковую сэндвич панель при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова	30» [14].
Взять сэндвич панель заднего скоса	0,4
Осмотреть сэндвич панель заднего скоса	0,9
«Установить сэндвич панель заднего скоса на боковую сэндвич панель при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова	30» [14].
Взять сэндвич панель крыши	0,4
Осмотреть сэндвич панель крыши	0,9

Продолжение таблицы 20

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
«Установить сэндвич панель крыши на сэндвич панели при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова	30
Взять окна	0,8» [14].
Осмотреть окна	1,5
Установить окна в переднем скосе, в левых и правых сэндвич панелях при помощи герметика	50
Взять вытяжную вентиляцию	0,2
Осмотреть вытяжную вентиляцию	0,4
Установить вытяжную вентиляцию на крыше	50
Взять ящик-рундук	0,3
Осмотреть ящик-рундук	0,2
Установить ящик-рундук в передней части прицепа	3
Установить внутренние удобства прицепа (миникухню, кровать, минихолодильник, системы управления освещением)	420
Взять аккумуляторную батарею 2 шт.	0,3
Установить аккумуляторную батарею 2 шт. во внутреннюю часть прицепа	2
Взять солнечную панель	0,3
Установить солнечную панель на боковой скос крыши	50
Взять инвертер	0,3
Установить инвертер на стенку жилого модуля	3
Взять соединительные электрические провода	0,3
Выполнить соединение всех электропотребителей	120
Взять запасное колесо	0,3
Установить запасное колесо на специальный кронштейн в задней части прицепа	2
Взять канистру 2 шт.	0,4
Установить канистру 2 шт. на специальный кронштейн 2 шт. в задней части прицепа	4
Взять дверь	0,4
Осмотреть дверь	0,3
Установить дверь	50
Выполнить испытание электропотребителей	60
Выполнить испытание герметичности внутреннего пространства жилого прицепа	60
Провести внедорожные испытания жилого прицепа на предмет надежности крепления внутренних элементов	240
Итого:	1445,3

## 4.2 Определение трудоемкости сборки

«Определяем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n}, \quad (28)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = t_{\text{он}}^{\text{общ}} + t_{\text{он}}^{\text{общ}} \cdot \left( \frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (29)$$

где  $\alpha$  – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, которая принимается в диапазоне от 2 до 3%, принимаем 3%;

$\beta$  – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, которая принимается в диапазоне от 4 до 6%, принимаем 5%» [8].

$$t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = 1445,3 + 1445,3 \cdot \left( \frac{3+5}{100} \right) = 1560,92 \text{ мин.}$$

### 4.3 Составление технологического процесса сборки внедорожного жилого прицепа

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 21.

Таблица 21 – Технологический процесс сборки внедорожного жилого прицепа

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
005	Сборочная	1	Взять предварительно сваренную раму прицепа	Набор гаечных ключей, отверток, головок, электрическая дрель, молоток, углошлифовальная машина, клеевой пистолет, ключ	1085,3
		2	Осмотреть раму прицепа		
		3	Установить в нижней части рамы прицепа на кронштейны,		

Продолжение таблицы 21

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
			приваренные к раме, рессорную подвеску при помощи 4 болтов и 4 гаек	динамометрический, шуруповерт, сварочный аппарат, заклепочник, нож, плоскогубцы, бокорезы	
		4	Взять ось вращения колес со ступицами		
		5	Осмотреть ось вращения колес со ступицами		
		6	Установить ось вращения колес со ступицами		
		7	Взять внедорожные колеса		
		7	Наживить гайку 10 шт.		
		8	Установить внедорожные колеса на ступицы оси		
		9	Завернуть гайку 10 шт. с усилием 90-110 Н·м		
		10	Взять опорное колесо АТК60-205/60 АС		
		11	Осмотреть опорное колесо АТК60-205/60 АС		
		12	Установить опорное колесо АТК60-205/60 АС в передней части рамы		
		13	Взять прицепное устройство Knott SPP 1300 кг 40×40		
		14	Осмотреть прицепное устройство Knott SPP 1300 кг 40×40		
		15	Установить прицепное устройство Knott SPP 1300 кг 40×40 в передней части рамы		
		16	Взять деревянный настил пола (клееная панель (фанера 9 мм + утеплитель 50 мм + фанера 9 мм) с закладными поперечинами из фанеры)		

Продолжение таблицы 21

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		17	Закрепить при помощи саморезов настил пола на раме прицепа		
		18	Взять листы оцинкованной стали		
		19	Закрепить на нижнем основании кузова листы оцинкованной стали при помощи саморезов		
		20	Взять алюминиевый уголок		
		21	Осмотреть алюминиевый уголок		
		22	Нанести на алюминиевый уголок специальный клей		
		23	Взять боковую левую сэндвич панель		
		24	Осмотреть боковую левую сэндвич панель		
		25	Установить боковую левую сэндвич панель на раму прицепа при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова		
		26	Взять боковую правую сэндвич панель		
		27	Осмотреть боковую правую сэндвич панель		
		28	Установить правую сэндвич панель на раму прицепа при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью		

Продолжение таблицы 21

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
			самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова		
		29	Взять заднюю сэндвич панель		
		30	Осмотреть заднюю сэндвич панель		
		31	Установить заднюю сэндвич панель на раму прицепа при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова		
		32	Взять переднюю сэндвич панель		
		33	Осмотреть переднюю сэндвич панель		
		34	Установить переднюю сэндвич панель на раму прицепа при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова		
		35	Взять сэндвич панель переднего скоса		
		36	Осмотреть сэндвич панель переднего скоса		
		37	Установить сэндвич панель переднего скоса на боковую сэндвич панель при помощи алюминиевых		



Продолжение таблицы 21

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
			уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова		
		38	Взять сэндвич панель заднего скоса		
		39	Осмотреть сэндвич панель заднего скоса		
		40	Установить сэндвич панель заднего скоса на боковую сэндвич панель при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова		
		41	Взять сэндвич панель крыши		
		42	Осмотреть сэндвич панель крыши		
		43	Установить сэндвич панель крыши на сэндвич панели при помощи алюминиевых уголков и закрепить заклепочным соединением снаружи кузова и с помощью самонарезающихся винтов и заклепочным соединением внутри кузова		
		44	Взять окна		
		45	Осмотреть окна		
		46	Установить окна в переднем скосе, в левых и правых		

Продолжение таблицы 21

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
			сэндвич панелях при помощи герметика		
		47	Взять вытяжную вентиляцию		
		48	Осмотреть вытяжную вентиляцию		
		49	Установить вытяжную вентиляцию на крыше		
		50	Взять ящик-рундук		
		51	Осмотреть ящик-рундук		
		52	Установить ящик-рундук в передней части прицепа		
		53	Установить внутренние удобства прицепа (миникухню, кровать, минихолодильник, системы управления освещением)		
		54	Взять аккумуляторную батарею 2 шт.		
		55	Установить аккумуляторную батарею 2 шт. во внутреннюю часть прицепа		
		56	Взять солнечную панель		
		57	Установить солнечную панель на боковой скос крыши		
		58	Взять инвертер		
		59	Установить инвертер на стенку жилого модуля		
		60	Взять соединительные электрические провода		
		61	Выполнить соединение всех электропотребителей		
		62	Взять запасное колесо		
		63	Установить запасное колесо на специальный кронштейн в задней		

Продолжение таблицы 21

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
			части прицепа		
		64	Взять канистру 2 шт.		
		65	Установить канистру 2 шт. на специальный кронштейн 2 шт. в задней части прицепа		
		66	Взять дверь		
		67	Осмотреть дверь		
		68	Установить дверь		
010	Регулировочная	1	Выполнить испытание электропотребителей	–	360
		2	Выполнить испытание герметичности внутреннего пространства жилого прицепа		
		3	Провести внедорожные испытания жилого прицепа на предмет надежности крепления внутренних элементов		

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический раздел» выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки внедорожного жилого прицепа.

## 5 Безопасность и экологичность проекта

### 5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса сборки внедорожного жилого прицепа

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса сборки внедорожного жилого прицепа составлен технологический паспорт, представленный в таблице 22.

Таблица 22 – Технологический паспорт технологического процесса сборки внедорожного жилого прицепа

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Сборка внедорожного жилого прицепа	1 Сборка рамы. 2 Покраска рамы. 3 Сборка внедорожного жилого прицепа 4 Испытание внедорожного жилого прицепа	Слесарь по ремонту автомобилей пятого разряда	Рожковые ключи, набор головок, дрель, молоток, плоскогубцы, сварочный аппарат, станки токарный, фрезерный, набор отверток, углошлифовальная машина	Перчатки, смазочные материалы, сварочные электроды, грунт, акриловая краска, обезжириватель, растворитель отрезные круги

### 5.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков является частью процесса, используемого для оценки того, может ли какая-либо конкретная ситуация, предмет, вещь и так далее причинить вред. Для описания всего процесса

часто используется термин «оценка риска», который включает в себя следующие этапы:

- выявление опасностей и факторов риска, которые могут причинить вред (идентификация опасностей);
- анализ и оценка риска, связанного с этой опасностью;
- определение подходящих способов устранения опасности или управления риском, когда опасность не может быть устранена (управление риском).

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при сборке внедорожного жилого прицепа представлена в таблице 23.

Таблица 23 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Сборка рамы. 2 Покраска рамы. 3 Сборка внедорожного жилого прицепа 4 Испытание внедорожного жилого прицепа	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей внедорожного жилого прицепа	Элементы конструкции внедорожного жилого прицепа
	«Запыленность и загазованность воздуха»	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Электроинструмент, токарный, фрезерный станки
	Возможность поражения электрическим током	Электроинструмент, токарный, фрезерный станки
	Химические вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	Краска акриловая, растворитель, обезжириватель
	Повышенный уровень шума	Работающее оборудование

Продолжение таблицы 23

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
	Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс
	Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции требующие повышенного внимания и точности» [30].
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	

### 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации ОиВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации

федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [17].

«Основные мероприятия:

- а) проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
  - 1) информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
  - 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
  - 3) установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [9].
- б) «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;
- д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации,

психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;

- е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;
- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- и) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи» [9].
- к) «и других мероприятий пожарной безопасности в рамках действующего законодательства (нормативно-правовых актов) Российской Федерации» [9, 16].

В целях частичного снижения или полного устранения обнаруженных ОВПФ выбираем организационно-технические методы и средства с учетом действующих на данный момент времени требований нормативных документов.

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 24.



Таблица 24 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [27].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля»	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; обеспечение дистанционного управления оборудованием	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [24].
«Повышенный уровень шума»	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров	Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [1].
«Возможность поражения электрическим током»	Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [25].

Продолжение таблицы 24

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
Химические вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	Использование мощной вытяжки, применение безопасных красок, внедрение автоматизированных окрасочных линий	Респиратор дыхания, костюм индивидуальной защиты
«Отсутствие или недостаток естественного света	Устройство дополнительных световых проемов в стенах, фонарей на крыше здания» [26]	–
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ;</li> <li>– правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации;</li> <li>– используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [26].</li> </ul>	–
«Монотонность труда, вызывающая монотонию	<ul style="list-style-type: none"> <li>– объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: 1. длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей;</li> <li>– чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует учитывать перенос (положительное) и интерференцию</li> </ul>	–

Продолжение таблицы 24

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	<p>(отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии. Должны загружаться различные психофизиологические функции работника» [9];</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– «внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии) в структуру режима труда и отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции; применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности» [9];</li> <li>– «отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале;</li> <li>– выбор компромиссной</li> </ul>	

Продолжение таблицы 24

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	<p>продолжительности периодического дежурства исходя из назначения системы человек-машина;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания);</li> <li>– чередование пассивного отдыха с активным» [9].</li> </ul>	

#### 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 25).

Таблица 25 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Производственное помещение	Технологическое оборудование, применяемое в производственном помещении	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [6].

Система пожаротушения является неотъемлемой частью любой противопожарной инфраструктуры. «Пожаротушение» – собирательный термин для любой инженерной группы подразделений, предназначенных для тушения пожара. Это может быть достигнуто применением огнетушащего

вещества, такого как вода, пена или химические соединения.

В статье 42 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ представлена классификация пожарной техники:

- «системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения (далее – СИЗ), защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [29].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [18].

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности в целях обеспечения пожарной безопасности, определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при сборке внедорожного жилого прицепа представлен в таблице 26.

Таблица 26 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при сборке внедорожного жилого прицепа

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [27]
«Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [28]
«Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [27]
«Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [30].
«Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [16]
«Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [28]

## 5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса сборки внедорожного жилого прицепа

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе сборки внедорожного жилого прицепа и сведем их в таблицу 27.

Таблица 27 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Сборка внедорожного жилого прицепа»	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей, пары акриловой краски, растворителя, обезжиривателя	Краска акриловая, растворитель, обезжириватель, грунт	«Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка, остатки от отрезных кругов, электродов» [29].

«Выполним разработку мероприятий, направленных на снижение негативного антропогенного воздействия при сборке внедорожного жилого прицепа:

- атмосферу – применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена;
- гидросферу – «контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды» [20];
- литосферу – спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье, металлический лом, стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые и коммунальные отходы сортируются и перерабатываются или сжигаются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [1].

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт производственно-технологического процесса сборки внедорожного жилого прицепа (таблица 22);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе технологического процесса сборки внедорожного жилого прицепа (таблица 23) и определены методы и средства их снижения (таблица 24);
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе сборки внедорожного жилого прицепа (таблицы 25, 26);
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе сборки внедорожного жилого прицепа и разработаны мероприятия по их снижению (таблица 27).



## 6 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на изготовление внедорожного жилого прицепа воспользуемся формулой:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (30)$$

где  $C_{\text{к.д}}$  – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$  – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{сб.п}}$  – полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{\text{п.д}}$  – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{о.н}}$  – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [12].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (31)$$

где  $Q_{\text{к}}$  – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{\text{к}}$  – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [12].

В таблице 28 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 28 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Деталь	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рама прицепа из стандартного проката	Ст3	105	105	75,4	7917
Итого:	–	–	–	–	7917

$$C_{к.д} = 105 \cdot 75,4 = 7917 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} + C_M, \quad (32)$$

где  $C_{п.р.н}$  – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

$C_M$  – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.» [12].

«Заработную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{п.р.} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (33)$$

где  $t$  – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей: кронштейн для крепления сэндвич-панелей – 30 шт., трудоемкость на изготовление деталей: кронштейн для крепления сэндвич-панелей – 0,6 чел.-ч.

$$t = 30 \cdot t_{\text{кронштейн}},$$

$$t = 30 \cdot 0,6 = 18 \text{ чел.-ч.}$$

$C_q$  – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч;

$k_t$  – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [12].

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 июня 2022 года МРОТ составляет 15279 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда:  $15279/(7 \cdot 21) = 103,94$  р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [12].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду:  $103,94 \cdot 1,42 = 147,59$  р./ч.

$$C_{IP} = 18 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 2736,32 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_d = (5 \dots 12) \cdot C_{IP} / 100, \quad (34)$$

$$C_d = 10 \cdot 2736,32 / 100 = 273,63 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{соц} = 30 \cdot (C_{IP} + C_d) / 100, \quad (35)$$

$$C_{соц} = 30 \cdot (2736,32 + 273,63) / 100 = 902,98 \text{ р.,}$$

$$C_{\Sigma IP} = 2736,32 + 273,63 + 902,98 = 3912,93 \text{ р.}$$

В таблице 29 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 29 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	2736,32
Дополнительная заработная плата	273,63
Начисления на заработную плату	902,98
Итого:	3912,93

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (36)$$

где  $C$  – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

$Q_3$  – масса заготовки, кг» [12].

В таблице 30 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 30 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Материал	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Кронштейн	Сталь 45	30	2,7	49,4	133,38
Итого:	–	–	–	–	133,38

$$C_M = 49,4 \cdot 2,7 = 133,38 \text{ р.}$$

$$C_{O,д} = 2736,32 + 133,38 = 2869,7 \text{ р.}$$

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{CB,П} = C_{CB} + C_{д.СВ} + C_{СОЦ.СВ}, \quad (37)$$

где  $C_{CB}$  – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{д.СВ}$  – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{СОЦ.СВ}$  – страховые взносы в фонды, р» [12].

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{CB} = T_{CB} \cdot C_{д.сб} \cdot k_t, \quad (38)$$

где  $T_{CB}$  – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч».

«Значение определяем по формуле:

$$T_{CB} = k_C \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (39)$$

где  $t_{CB}$  – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

$k_C$  – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [12].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей равной 13 чел.-ч.

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 13 = 16,25 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 16,25 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 2470,28 \text{ р.,}$$

$$C_{д.сб} = 0,1 \cdot 2470,28 = 247,02 \text{ р.,}$$

$$C_{соц.сб} = 0,3 \cdot (2470,28 + 247,02) = 815,19 \text{ р.}$$

$$C_{сб.л} = 2470,28 + 247,02 + 815,19 = 3532,49 \text{ р.}$$

В таблице 31 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 31 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	2470,28
Дополнительная заработная плата	247,02
Страховые взносы в фонды	815,19
Итого	3532,49

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{OH} = \frac{(C_{PP}' \cdot R_{OH})}{100}, \quad (40)$$

где  $C_{PP}'$  – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

$R_{OH}$  – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [12].

$$C_{PP}' = (C_{PP} + C_{CB}). \quad (41)$$

Подставив числовые значения в формулу 69 получим:

$$C_{PP}' = 2736,32 + 2470,28 = 5206,6 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{(5206,6 \cdot 15)}{100} = 780,99 \text{ р.}$$

Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: стеновые сэндвич-панели – 6 шт., лист фанеры – 2 шт., окна – 3 шт., рундук для хранения воды и топлива – 1 шт., вещевой ящик – 1 шт., стол – 1 шт., спальное место (складное, откидное) – 1 шт., мини-кухня – 1 шт., полки – 4 шт., навесные ящики – 3 шт., солнечная электростанция «Холодильник» – 1 шт., вытяжная вентиляция – 1 шт., опорное колесо АТК60-205/60 АС – 1 шт., прицепное устройство Knott SPP 1300 кг 40×40 – 1

шт., шина BFGOODRICH MUD-TERRAIN T/A KM3 - 225/75R16 – 3 шт., канистры – 3 шт., а также метизы. Перечень покупных деталей представлен в таблице [31].

Таблица 32 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Стеновая сэндвич-панель	6	3300	19800
Лист фанеры	2	1800	3600
Окна	3	2500	7500
Рундук для хранения воды и топлива	1	10000	10000
Вещевой ящик	1	1700	1700
Стол	1	2400	2400
Спальное место (складное, откидное)	1	11800	11800
Мини-кухня	1	31000	31000
Полки	4	600	2400
Навесные ящики	3	1000	3000
Солнечная электростанция «Холодильник»	1	24088	24088
Вытяжная вентиляция	1	3100	3100
Опорное колесо АТК60-205/60 АС	1	5100	5100
Прицепное устройство Knott SPP 1300 кг 40×40	1	3000	3000
Шина BFGOODRICH MUD-TERRAIN T/A KM3 - 225/75R16	3	26000	78000
Канистра	3	1500	4500
Крепеж	–	–	4200
Итого:			215188

$$C_{\text{ИД}} = 19800 + 3600 + 7500 + 10000 + 1700 + 2400 + 1800 + 31000 + 2400 + 3000 + 24088 + 3100 + 5100 + 3000 + 78000 + 4500 + 4200 = 215188 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 33.

$$C_{\text{КОИ}} = 7917 + 2869,7 + 3532,49 + 780,99 + 215188 = 230288,18 \text{ р.}$$

Таблица 33 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	7917
Затраты на изготовление оригинальных деталей	2869,7
Затраты на сборку	3532,49
Общепроизводственные накладные расходы	780,99
Стоимость покупных изделий (деталей)	215188
Итого:	230288,18

Общие затраты на изготовление внедорожного жилого прицепа составят 230288,18 р.

Далее рассчитаем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости разработки.

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (42)$$

где  $C_{ПР}$  – стоимость прототипа, р. [12];

$$\mathcal{E}_Г = 350000 - 230288,18 = 119711,82 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{ОК} = \frac{C_{КОН}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (43)$$

$$O_{ОК} = \frac{230288,18}{119711,82} = 1,92 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{КОН} \quad (44)$$

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = 119711,82 - 0,15 \cdot 230288,18 = 85168,59 \text{ р.}$$

В таблице 34 представлены основные показатели проекта.



Таблица 34 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	350000	230288,18
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	–	119711,82
Экономический эффект	р.	–	85168,59
Срок окупаемости	год	–	1,92

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки внедорожного жилого прицепа с экономической стороны с экономической стороны.

Стоимость разработки внедорожного жилого прицепа составляет 230288,18 р., срок окупаемости равен 1,92 года, что является допустимым для данной конструкции.

## Заключение

В данном дипломном проекте была разработана конструкция внедорожного жилого прицепа.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрены виды внедорожных прицепов, требования, предъявляемые к транспортировочным устройствам – прицепах;
- выполнен тягово-динамический расчет автомобиля среднего класса с колесной формулой 4×4 (УАЗ «Патриот»), который будет выполнять транспортировку внедорожного жилого прицепа;
- составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции внедорожного жилого прицепа. Разработанная конструкция внедорожного жилого прицепа проста в изготовлении и сборке, составляющие элементы конструкции доступны в продаже и легко заменяемы в случае ремонта, при необходимости возможна дальнейшая модернизация прицепа. Внедорожный жилой прицеп обеспечивает комфортное размещение двух человек;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки внедорожного жилого прицепа;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена эффективность разработки внедорожного жилого прицепа с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 230288,18 р., что значительно дешевле вариантов внедорожных жилых прицепов представленных на рынке. Срок окупаемости равен 1,92 года

## Список используемой литературы и используемых источников

1 Автотранспортные средства. Основы конструирования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», [Институт информационных технологий, машиностроения и автотранспорта] ; составители А. В. Буянкин, В. Г. Ромашко. - Кемерово : КузГТУ, 2021. - 203 с.

2 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

3 Блинов Е. И. Автомобиль и трактор: энергетика сложных механических систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Е. И. Блинов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т приборостроения и информатики. - Москва : МГУПИ, 2014. - 113 с.

4 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.

5 Виноградов В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта", 20.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 344, [1] с.

6 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова", Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.

7 Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

8 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : практикум : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им В. Г. Шухова, 2018. - 115 с.

9 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. - 22 с.

10 Горшкова О. О. Электрооборудование автомобиля [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / О. О. Горшкова, Г. Н. Шпитко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тюменский индустриальный университет". - Тюмень : ТИУ, 2016. - 333 с.

11 Губарев А. В. Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. В. Губарев, А. Г. Уланов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Колесные, гусеничные машины и автомобили". - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. - 564, [1] с.

12 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

13 Ковальчук Л. И. Динамика и основы конструирования автомобильных двигателей [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профилей подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Автомобильный сервис» всех форм обучения / Л. И. Ковальчук ;

Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Калининградский государственный технический университет", Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота. - Калининград : Изд-во БГАРФ, 2018. - 123 с.

14 Конструирование и эксплуатация транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / [А. Ю. Барыкин, Р. М. Галиев, А. Т. Кулаков и др.] ; Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2016. - 176 с.

15 Кудрявцев Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов [Текст] : учебное пособие по направлению 25.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", профиль "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Е. М. Кудрявцев. - Москва : АСВ, 2018. - 327 с.

16 Льдов Е. П. Автомобиль и прицеп [Текст]. - [Иркутск] : Иркут. обл. гос. изд-во, 1951. - 172 с.

17 Макридина М. Т. Проектирование металлических конструкций [Текст] : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 23.03.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы и специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства / М. Т. Макридина, А. А. Макридин ; М-во образования и науки Российской Федерации Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2014. - 170 с.

18 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-

технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

19 Носов С. В. Конструкции наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / С. В. Носов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2016. - 21 см.

20 Огороднов С. М. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. М. Огороднов, Л. Н. Орлов, В. Н. Кравец ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород : Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2017. - 284, [1] с.

21 Основы процесса производства и эксплуатации автомобилей и тракторов : учебное пособие : специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова" ; составители: А. В. Русинов [и др.]. - Саратов : Амирит, 2022. - 116 с.

22 Перегудов Н. Е. Основы создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц автотракторной техники : учебное пособие / Н. Е. Перегудов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2021. - 112 с.

23 Потапов С. И. Электрооборудование автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. И. Потапов, Е. А. Чашин ; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Ковровская гос. технологическая акад. им. В. А. Дегтярева". - Ковров : КГТА им. В. А. Дегтярева, 2014. - 87 с.

24 Прицепы и полуприцепы автомобильные. Общие технические требования = Automobile trailers and semitrailers. General technical requirements : ГОСТ Р 52281-2004 / Разработан Государственным научным центром Российской Федерации; Федеральным государственным унитарным предприятием "Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт" (ФГУП "НАМИ"); Федеральным государственным унитарным предприятием "21 научно-исследовательский испытательный институт автомобильной техники Министерства обороны Российской Федерации" ("21 НИИИ АТ МО РФ"). - Введ. впервые / Введ. 01.01.2006. - М. : ИПК Издательство стандартов, 2005. - II, 8 с.

25 Русинов А. В. Основы дизайна в машиностроении : учебное пособие для студентов обучающихся в высших учебных учреждениях по направлению подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Русинов А. В. ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова". - Саратов : ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. - 101 с.



26 Савкин А. Н. Основы расчетов на прочность и жесткость типовых элементов транспортных средств [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / А. Н. Савкин, В. И. Водопьянов, О. В. Кондратьев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Волгоградский гос. технический ун-т. - Волгоград : ВолгГТУ, 2014. - 211 с.

27 Фиала И. Внедорожные автомобили : иллюстрированная энциклопедия / Иржи Фиала ; [пер. с чеш. яз. И. Ф. Нафтульев]. - Москва : Лабиринт Пресс, 2006. - 303, [1] с.

28 Черепанов Л. А. Наземные транспортно-технологические средства. Выполнение дипломного проекта : электронное учебно-методическое пособие / Л. А. Черепанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения. - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

29 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

30 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.

31 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. - New York: Springer, 2008. - 1015 p.

32 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.

33 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.

Приложение А  
**Спецификация**

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
						<i>Документация</i>	
	A4			22.ДП.ПЭА.156.61.00.000.СБ	Пояснительная записка	1	
	A1			22.ДП.ПЭА.156.61.00.000.СБ	Сборочный чертёж	1	
Справ. №					<i>Сборочные единицы</i>		
	A1	1		22.ДП.ПЭА.156.61.01.000	Рама	1	
		2		22.ДП.ПЭА.156.61.02.000	Кузов прицепа	1	
		3		22.ДП.ПЭА.156.61.03.000	Колесо внедорожное	2	
		4		22.ДП.ПЭА.156.61.04.000	Подвеска	1	
		5		22.ДП.ПЭА.156.61.05.000	Опорное колесо	1	
		6		22.ДП.ПЭА.156.61.06.000	Прицепное устройство	2	
		7		22.ДП.ПЭА.156.61.07.000	Вентиляция вытяжная	2	
		8		22.ДП.ПЭА.156.61.08.000	Солнечная панель	1	
		9		22.ДП.ПЭА.156.61.09.000	Окно	3	
		10		22.ДП.ПЭА.156.61.10.000	Дверь	1	
		11		22.ДП.ПЭА.156.61.11.000	Ящик рундук	1	
		12		22.ДП.ПЭА.156.61.12.000	Канистра	2	
	13		22.ДП.ПЭА.156.61.13.000	Колесо запасное	1		
				<b>22.ДП.ПЭА.156.61.00.000</b>			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.		Болдырев			Лит.	Лист
	Проб.		Тизилов				Листов
				<b>Внедорожный жилой прицеп</b>			1
	Н.контр.		Тизилов			ТГУ, ИМ,	
	Утв.		Байровский			зр. АТС-1701б	

Копировал

Формат А4

Рисунок А.1 – Спецификация на внедорожный жилой прицеп