

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 Автофургон на базе автомобиля Нива Тревел

Обучающийся

И.С. Громов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

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

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

канд. пед. наук, доцент А.Н. Кириллова

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

Тольятти 2024

## Аннотация

В основе дипломного проекта лежит конструкция грузовика с жилым отсеком в задней части, заимствованная из дизайна туристического внедорожника "Нива-Трэвел". Линейка автомобилей "Нива" представляет собой следующий этап эволюции концепции, которая изначально была представлена автомобилем ВАЗ-2121 "Нива". Новые модели отличаются более современным дизайном, повышенным комфортом и более совершенной конструкцией по сравнению с оригиналом. Niva Travel и его варианты - это автомобили, предназначенные для более легкого преодоления пересеченной местности и перевозки грузов. В последние модели были внедрены электронные технологии и изменен кузов, что позволило заметно повысить удобство и комфорт. В дипломном проекте рассматривается создание мобильного жилого блока прямо на колесах автомобиля, на базе полноприводного легкового автомобиля второго класса "Нива Трэвел". Он будет оснащен всеми необходимыми удобствами для комфортного отдыха на любой местности, независимо от места назначения.

В конструкторском разделе дипломного проекта рассмотрена конструкция автомобиля, его классификация, принцип работы и требования, предъявляемые к нему. Кроме того, я провел тягово-динамический расчет автомобиля, технико-экономическое обоснование интеграции жилого модуля и расчет основных конструктивных параметров проекта.

В техническом разделе диплома мы рассмотрим сборку проектного узла.

В экономическом разделе диплома будет проведен анализ затрат и выгод для определения финансовых результатов производства проектной сборки и прогнозируемых сроков окупаемости первоначальных инвестиций.

В разделе, посвященном безопасности и окружающей среде, мы рассмотрим потенциальные опасности и негативные явления, которые могут возникнуть в процессе сборки, и изучим возможности повышения безопасности этой задачи.

## **Abstract**

The diploma project is based on the design of a truck with a living compartment in the rear, borrowed from the design of a tourist off-road vehicle "Niva-Travel". The Niva line of vehicles represents the next stage of evolution of the concept, which was originally represented by the VAZ-2121 Niva. The new models are characterized by a more modern design, increased comfort and a more advanced design compared to the original. Niva Travel and its variants are vehicles designed for easier cross-country travel and cargo transportation. In the latest models, electronic technologies were introduced and the body was changed, which allowed a noticeable increase in convenience and comfort. The diploma project considers the creation of a mobile living unit right on the wheels of the car, on the basis of all-wheel drive passenger car of the second class "Niva Travel". It will be equipped with all the necessary amenities for a comfortable vacation on any terrain, regardless of the destination.

The design section of the diploma project considers the design of the car, its classification, principle of operation and requirements for it. In addition, I conducted traction-dynamic calculation of the vehicle, feasibility study of the integration of the residential module and calculation of the main design parameters of the project.

In the technical section of the diploma we will look at the assembly of the design assembly.

In the economic section of the diploma, a cost-benefit analysis will be conducted to determine the financial results of producing the project assembly and the projected payback period for the initial investment.

In the safety and environmental section, we will review the potential hazards and adverse events that may occur during the assembly process and explore opportunities to improve the safety of this task.

## Содержание

Введение .....	5
1 Состояние вопроса.....	7
1.1. Назначение и общие сведения .....	7
1.2. Классификация автофургонов. ....	9
2 Конструкторская часть .....	18
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля ..	18
2.2 Расчет параметров конструкции.....	41
3 Безопасность и экологичность объекта .....	45
4 Технологическая часть .....	51
5 Экономическая эффективность проекта .....	57
Заключение.....	63
Список используемых источников.....	64
Приложение А Графики тягового расчета .....	70
Приложение Б Спецификации.....	78

## Введение

В последние годы манящие просторы дорог захватили воображение многих искателей приключений и любителей путешествий. Стремление к свободе, исследованиям и домашнему комфорту привело к росту интереса к домам на колесах. Этот проект призван использовать дух приключений, создав дом на базе спортивного внедорожника. Этот инновационный подход сочетает в себе универсальность и прочность внедорожника с комфортом и удобством традиционного дома на колесах, предлагая уникальное решение для современных путешественников. Концепция автодомов, или рекреационных транспортных средств, не нова. Исторически дома на колесах были мобильным жильем для тех, кто хотел путешествовать, не жертвуя домашним комфортом. Однако традиционные внедорожники имеют свои ограничения, включая размер, маневренность и топливную экономичность. Эти ограничения часто делают их менее привлекательными для молодых и активных людей, которые ищут как острых ощущений от внедорожных приключений, так и удобства передвижения по городу. Данный проект, основанный на дизайне внедорожника, призван решить эти проблемы путем создания более компактной, маневренной и экономичной альтернативы. За последние несколько десятилетий популярность внедорожников резко возросла благодаря их прочной конструкции, внедорожным возможностям и просторному салону. Они служат идеальной основой для переоборудования в автодома, поскольку способны преодолевать самые разные участки местности и условия, с которыми могут столкнуться более крупные внедорожники. Приспособляемость внедорожников позволяет более плавно интегрировать жилые помещения, не жертвуя при этом преимуществами, присущими автомобилю. В данном проекте эти характеристики используются для создания дома на колесах, который может легко перемещаться от городских улиц до отдаленных ландшафтов. При проектировании этого дома на колесах было учтено несколько важных факторов. Во-первых, оптимизация пространства имеет первостепенное значение. В отличие от более крупных внедорожников, автодом на базе внедорожника должен эффективно использовать ограниченное внутреннее пространство, чтобы обеспечить необходимые удобства, такие как

спальные места, мини-кухня, ванная комната и места для хранения. Инновационные решения, такие как многофункциональная мебель и модульные элементы дизайна, станут ключом к максимальному удобству использования при сохранении комфорта. Во-вторых, приоритетным направлением является внедрение экологичных и энергоэффективных систем. Современные путешественники становятся все более экологичными и стремятся минимизировать свое воздействие на окружающую среду даже в пути. В этом проекте мы рассмотрим использование солнечных батарей, энергоэффективных приборов и экологически чистых материалов для создания экологичного дома на колесах. Кроме того, при проектировании будет учитываться топливная экономичность автомобиля, чтобы сохранить или улучшить первоначальные характеристики внедорожника, несмотря на увеличение веса и функциональности. Безопасность и надежность также занимают центральное место в этом проекте. Автодом должен соответствовать строгим стандартам безопасности, чтобы все модификации улучшали, а не ухудшали структурную целостность и эксплуатационные характеристики автомобиля. Это включает в себя установку надежных креплений, правильное распределение веса и усиление ключевых зон для удовлетворения требований длительных поездок. Наконец, важную роль в дизайне играют эстетические и эргономические соображения. Дом на колесах должен быть не только функциональным, но и визуально привлекательным и удобным. Внимание к деталям в дизайне интерьера, выборе материалов и планировке обеспечит приятное проживание, создавая ощущение домашнего уюта даже в самых отдаленных местах. В заключение отметим, что этот проект призван объединить авантюрный дух современных путешественников с практичностью современной жизни. Создавая дом на базе внедорожника, мы стремимся предложить универсальное, эффективное и стильное решение для тех, кто хочет исследовать мир, не выходя из дома. Благодаря тщательному планированию и инновационному дизайну этот дом на колесах станет примером будущего мобильной жизни и подойдет новому поколению путешественников.

## **1 Состояние вопроса**

### **1.1 Назначение и общие сведения**

Современные дома на колесах оснащены множеством удобств, включая вентиляторы, душ, раковины, морозильные камеры, двуспальные кровати и жилые помещения. Однако, несмотря на все эти преимущества, найти оптимальное место для отдыха может быть непросто. Поэтому очень важно тщательно продумать вес и размеры фургона, прежде чем совершить покупку. Можно превратить его в жилое помещение на ночь, а затем перевезти домой. Внедорожники предназначены для буксировки к месту отдыха, где можно отсоединить внедорожник и использовать его как жилое помещение. Они предназначены для проживания на месте и, в зависимости от размера, включают в себя спальные места, туалеты и места для приготовления пищи. Трейлер - это очень удобный способ путешествовать с домом на колесах. Оптимальным решением является перевозка его на внедорожнике. Основное различие между прицепом и домом на колесах заключается в их конструкции.

Необходимо разобраться в различиях между автодомом и внедорожником. Эту конструкцию называют "караваном". Этот проект посвящен созданию оптимального мини-автодома для использования в качестве каравана. Очень важно регулярно пополнять запасы топлива, чтобы поддерживать системы кондиционирования, горячего водоснабжения и заморозки в оптимальном состоянии. Один из эффективных методов утилизации отходов и сбора водопроводной воды в специальном баке - использовать ее для выполнения ряда простых задач, таких как доливка жидкостей и уборка кабины. Для нас большая честь подтвердить, что наши автомобили полностью соответствуют требованиям и обслуживаются по самым высоким стандартам. Если вы управляете тяжелым фургоном, мы хотим поделиться с вами полезной информацией. Для этой должности достаточно прав категории "С" или "Е". Если вы управляете фургоном с максимальной массой 3,5 тонны, достаточно прав категории "В".

Прежде чем отправиться в путешествие на фургоне, крайне важно убедиться, что вы обладаете необходимыми водительскими правами. Термин "фургон" используется для обозначения как трейлеров, так и встроенных кемперов, поскольку позволяет использовать одни и те же права в обоих случаях. Кроме того, автомобиль оборудован жилыми помещениями и каютами с отдельными спальными местами, туалетом и кухней. При использовании вне дома автомобиль можно использовать как отдельное жилище. Его можно использовать в качестве пассажирского внедорожника. Грузопассажирский автодом, построенный на шасси вездехода, грузовика или легкового автомобиля - это караван.

Цель этого проекта - предоставить современным путешественникам превосходное, адаптируемое, эффективное и эстетически привлекательное решение. До сих пор мы не обсуждали возможность создания автодома на базе внедорожника, но мы активно рассматриваем эту концепцию. Внедорожник - оптимальное транспортное средство для демонстрации уровня оснащения и диапазона тарифов, присущих традиционному автодому.

У каждого из них есть свой набор преимуществ и недостатков. В последнее время популярностью пользуются фургоны класса В+, представляющие собой относительно новый и интересный тип внедорожников. В настоящее время на автомобильном рынке существует четыре различных класса автомобилей Venus: Класс А, Класс В, Класс В+ и Класс С.

Целью данной дипломной работы является разработка компактного кемпера на базе внедорожника Lada Niva Trevel. Это относительно простая задача по сравнению с разработкой совершенно нового рекреационного транспортного средства с нуля. Кроме того, это более выгодно с экономической точки зрения, так как в основе лежит проверенный временем автомобиль, который уже длительное время колесит по просторам нашей страны. Кроме того, нельзя не отметить социальную и общественную значимость этой модели. Автопром ВАЗ давно и прочно занял свое место в

нашей стране, славясь производством надежных внедорожников, способных преодолевать самые разные участки местности..

## **1.2 Классификация автофургонов**

В данном подразделе будет представлен сравнительный анализ различных классов и марок автодомов.

Автодома выпускаются в различных стилях и конфигурациях, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки. В данном анализе мы рассмотрим конкретные типы и марки, включая фургоны на базе Volkswagen, пикапы на базе Chevrolet, кемперы Volkswagen, кемперы с высоким верхом на базе фургона Mercedes, рамные кемперы Toyota Hilux и автодома с прицепом, как двухосные, так и одноосные.

Тип кузова автомобиля Volkswagen выгоден следующим образом, рисунок 1:

- Кузов автомобиля имеет компактные размеры. Этот автомобиль хорошо подходит для городской езды и маневрирования в ограниченном пространстве.
- Топливная экономичность: В целом, они более экономичны, чем крупные внедорожники.
- Репутация бренда: Volkswagen славится надежностью и качеством своей техники.

Что касается стоимости при перепродаже, то благодаря популярности марки автомобиль часто хорошо сохраняет свою стоимость.

К недостаткам автомобиля можно отнести недостаток пространства. По сравнению с более крупными автодомами, эта модель предлагает меньше места для проживания и хранения.

Автомобиль оснащен ограниченным набором удобств. Ограниченное пространство внутри автомобиля приводит к уменьшению количества функций и удобств.

Тяговое усилие автомобиля снижено. Не рекомендуется буксировать этим автомобилем дополнительные транспортные средства или прицепы.



Рисунок 1 – Тип каретного кузова на транспорте Volkswagen

Кемперван созданный на базе пикапа Chevrolet, рисунок 2.

Основные преимущества автомобиля заключаются в следующем:

Автомобиль сконструирован с учетом требований к долговечности. Пикапы предназначены для тяжелых условий эксплуатации и поэтому хорошо подходят для бездорожья.

- Тяга: Большая тяговая мощность этого автомобиля выгодна при установке дополнительных прицепов.

- Модульность: Этот автомобиль относительно просто настроить и модифицировать в соответствии с конкретными требованиями человека.

Основным недостатком этого автомобиля является его топливная

экономичность. В целом, экономия топлива ниже из-за большего объема двигателя и более тяжелой конструкции.

Что касается комфорта при движении, то ходовые качества уступают автофургонам.

- Маневренность: Значительные габариты автомобиля могут создавать проблемы при движении в городских условиях, особенно при парковке.



Рисунок 2 – Камперван на базе пикапа Шевроле

Volkswagen Camper, рисунок 3.

Наиболее выгодные характеристики автомобиля следующие:

- Отличительный дизайн автомобиля приобрел определенный культовый статус. Классический дизайн автомобиля стал общепризнанным символом выбора стиля жизни.

- Компактность и универсальность: автомобиль легко маневрирует и может быть припаркован с минимальными усилиями. Он подходит для использования в качестве повседневного транспортного средства.

- Экономия топлива: В целом экономичность этих автомобилей

превосходит более крупных внедорожников.

Основным недостатком автомобиля является его ограниченное пространство. Ограниченное пространство в этом автомобиле может привести к дискомфорту пассажиров во время длительных поездок.

Предыдущие модели этого кемпера имели некоторые проблемы в виде частого технического обслуживания и ремонта.

Автомобиль оснащен ограниченным набором удобств. По сравнению с более крупными современными внедорожниками, этот автомобиль менее роскошен.



Рисунок 3 – Фольксваген Кемпер



Рисунок 4 – Кэмпervан с крышей «high top» на базе микроавтобуса Мерседес

Кемпер-фургон с высокой крышей на базе фургона Mercedes, рисунок 4, обладает рядом преимуществ.

- Экономичное использование пространства: Высокая крыша обеспечивает дополнительное пространство для хранения.
- Роскошь и комфорт: Интерьеры микроавтобусов Mercedes отличаются высоким качеством, а сами автомобили обеспечивают комфортную езду.
- Надежность: Марка Mercedes известна своим инженерным совершенством и долговечностью.
- Топливная экономичность: В целом автомобиль является удовлетворительным с точки зрения его размеров и возможностей.

К недостаткам автомобиля можно отнести следующее:

- Стоимость: Первоначальная стоимость выше из-за премиального

бренда и превосходного качества сборки автомобиля.

Стоимость обслуживания - еще один фактор, который необходимо учитывать. Стоимость ремонта и обслуживания может быть значительной.

Что касается размеров, то данный автомобиль имеет определенно не маленькие габариты. Большие размеры автомобиля могут создать проблемы в городских условиях и на узких дорогах.



Рисунок 5 – Кемпер на раме автомобиля Toyota Hilux 1977 г

Каркасный кемпер Toyota Hilux 1977 года выпуска, рисунок 5.

Преимущества:

- Долговечность: Hilux славится своей надежностью и способностью преодолевать сложные участки.

С точки зрения экономики, топливная экономичность автомобиля является заметным преимуществом. Из-за возраста базового автомобиля эти модели часто более доступны по цене.

- Внешний вид: классический вид автомобиля особенно привлекает тех, кто интересуется старинными автомобилями.

Возраст автомобиля является недостатком. Старый автомобиль потребует значительного технического обслуживания и ремонта.

Экономия топлива - еще один фактор, который следует учитывать. Не исключено, что экономия топлива может быть ниже, чем у современных автомобилей.

Автомобиль оснащен ограниченным количеством удобств. В автомобиле могут отсутствовать некоторые современные удобства и технологические особенности.



Рисунок 6 – Двухосный автодом

Двухосные автодома, рисунок 6, с прицепом имеют ряд преимуществ.

- Простор: жилая площадь обычно больше, и места для хранения больше.

- Стабильность: Добавление второй оси обеспечивает повышенную устойчивость и распределение веса.

Также доступны роскошные варианты. Такие автомобили часто оснащаются большим количеством функций и роскошных удобств.

У данного автомобиля есть следующие недостатки:

- Требования к буксировке: Данный автомобиль требует использования тяжелого эвакуатора, что может привести к увеличению общих расходов.

Расход топлива - важный фактор, который необходимо учитывать при оценке эффективности автомобиля. Увеличенный вес и размеры автомобиля приводят к повышенному расходу топлива.

- Маневренность: Автомобиль сложнее маневрировать и парковать, особенно в ограниченном пространстве.



Рисунок 7 – Одноосный автодом в разрезе

Одноосные автодома, рисунок 7, с прицепом имеют ряд преимуществ.

- Прицепы легкие. Их легче буксировать с более широким спектром

транспортных средств.

- Маневренность: По сравнению с двухосными прицепами, одноосные прицепы более просты в управлении и парковке.

- Стоимость: в целом они дешевле, чем более крупные двухосные прицепы.

К недостаткам этого типа прицепов относятся:

- Пространство: Ограниченное жилое и складское пространство прицепа является заметным недостатком.

Что касается устойчивости, то данное транспортное средство менее устойчиво, чем двухосный прицеп. Прицеп менее устойчив, особенно на высоких скоростях или в ветреную погоду.

Что касается удобств, то небольшие прицепы менее хорошо оснащены, чем их более крупные собратья. По сравнению с более крупными моделями, это транспортное средство предлагает меньший набор функций и удобств.

Каждый тип и марка автодома имеют свои преимущества и недостатки, которые соответствуют различным потребностям и предпочтениям. Автодома на базе автомобилей Volkswagen оптимальны для тех, кто стремится к компактности и надежности, в то время как автодома на базе пикапов Chevrolet отличаются прочностью и возможностью буксировки.

Автомобили Volkswagen Camper хорошо подходят для тех, кто ценит классический дизайн и единение, а фургоны Mercedes с высоким верхом обеспечивают роскошь и дополнительное пространство. Камперы Toyota Hilux предназначены для тех, кто интересуется старинными автомобилями и ценит долговечность. Автодома с прицепами, как двухосные, так и одноосные, отличаются простором, устойчивостью и доступной ценой, что делает их подходящими для разных уровней комфорта и возможностей буксировки.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

#### 2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 4$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1900$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 37,50$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 490$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,48$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,32$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> .....	$H = 2,34$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,014$
Число передач в коробке передач.....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	40
задняя ось.....	60
Плотность воздуха, кг/м <sup>3</sup> .....	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$ »[2]

#### 2.1.2. Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_o + G_{II} + G_B, \quad (1)$$

«где  $G_o$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_0$  - вес багажа; »[2]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1900 \cdot 9,807 = 18633 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{III} \cdot 5 = m_{III} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 18633 + 3678 + 490 = 22801 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 40 = 22801 \cdot 40 = 9121 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 60 = 22801 \cdot 60 = 13681 \text{ Н} \quad (6)$$

б) Подбор шин

«Шины выбираются по нагрузке, приходящейся на колесо с помощью «Краткого автомобильного справочника».

На автомобиле установлены радиальные шины 205/75 R15. »[2]

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + k \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

«где  $r_k$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса;

$B = 205$  – ширина профиля, мм;

$k = 0,75$  – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 381$  – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины. »[2]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 205) \cdot 10^{-3} = 0,321 \text{ м}$$

### 2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (8)$$

«где  $U_k$  - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,750),;

$U_{PK}$  - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передачи раздаточной коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2). »[2]

$$U_0 = (0,321 \cdot 490) / (0,750 \cdot 1,2 \cdot 37,50) = 4,663$$

### 2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

«Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении. »[2]

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left( G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (9)$$

«где  $\psi_v$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Для легковых автомобилей принимается, что максимальная скорость достигается на прямолинейном участке, из чего следует, что:»[2]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (10)$$

$$\psi_v = 0,014 \cdot (1 + 37,50^2 / 2000) = 0,024$$

$$N_v = (22801 \cdot 0,024 \cdot 37,50 + 0,48 \cdot 1,293 \cdot 2,34 \cdot 37,50^3 / 2) / 0,92 =$$

63783 Вт

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (11)$$

«где  $a, b, c$  – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем  $a, b, c = 1$ ),  $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$  (примем  $\lambda = 1,05$ ).»[2]

$$N_{MAX} = 63783 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 64112 \text{ Вт}$$

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана: »[2]

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[ C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (12)$$

«где  $C_1 = C_2 = 1$  - коэффициенты характеризующие тип двигателя.

Определение значений крутящего момента производится по формуле: »[2] Расчетные данные в таблице 1.

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (13)$$

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	16,9	161,3
1300	136	22,6	165,8
1600	168	28,3	169,0
1900	199	34,0	171,0
2200	230	39,6	171,7
2500	262	44,8	171,2
2800	293	49,7	169,5
3100	325	54,0	166,5
3400	356	57,8	162,2
3700	387	60,7	156,7
4000	419	62,8	150,0
4300	450	64,0	142,0
4600	482	64,0	132,8
4900	513	62,8	122,3
4679	490	63,8	130,2

« $n_e$  - обороты двигателя, об/мин; »[2]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (14)$$

### 2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

«Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению и максимальному динамическому фактору на первой передаче.

В соответствии с этим должны выполняться следующие условия: »[2]

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}; \quad (15)$$

«где  $\psi_{MAX}$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычлены преодолеваемого подъёма

$$(\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX});$$

$U_{PK}$  - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальный динамический фактор реализуется на низшей ступени раздаточной коробки, значение которой равно 2,1). »[2]

$$\psi_{MAX} = 0,024 + 0,32 = 0,344 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 22801 \cdot 0,344 \cdot 0,321 / (171,7 \cdot 0,92 \cdot 4,663 \cdot 2,1) = 1,628$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{СИ} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{ТР} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}},$$

«где  $G_{СИ}$  - сцепной вес автомобиля

$$G_{СИ} = G_1 \cdot m_1 = 9121 \cdot 0,9 = 8208 \text{ Н},$$

$m_1$  - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),  $\varphi$  - коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ). »[2]

$$U_1 \leq 8208 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (171,7 \cdot 0,92 \cdot 4,663 \cdot 2,1) = 3,787$$

«Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 3,330$ .

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен: »[2]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,330 / 0,750)^{1/4} = 1,452 \quad (17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,330 / 1,452 = 2,294; \quad (18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,294 / 1,452 = 1,580; \quad (19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,580 / 1,452 = 1,089; \quad (20)$$

$$U_5 = 0,750. \quad (21)$$

### 2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

«Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов колен вала: »[2]

Расчетные данные в таблице 2 и 3.

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (22)$$

Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
1003	1,8	2,6	3,8	5,5	8,0
1300	2,3	3,4	4,9	7,2	10,4
1600	2,9	4,2	6,1	8,8	12,8
1900	3,4	5,0	7,2	10,5	15,2
2200	4,0	5,8	8,4	12,1	17,6
2500	4,5	6,6	9,5	13,8	20,0
2800	5,1	7,3	10,6	15,5	22,4
3100	5,6	8,1	11,8	17,1	24,8
3400	6,1	8,9	12,9	18,8	27,2
3700	6,7	9,7	14,1	20,4	29,7
4000	7,2	10,5	15,2	22,1	32,1
4300	7,8	11,3	16,4	23,7	34,5
4600	8,3	12,1	17,5	25,4	36,9
4900	8,8	12,8	18,6	27,1	39,3
4679	8,4	12,3	17,8	25,8	37,5

### 2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (23)$$

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	8611	5932	4087	2815	1940
1300	8848	6095	4199	2893	1993
1600	9020	6214	4281	2949	2032
1900	9126	6287	4331	2984	2055
2200	9166	6314	4350	2997	2064
2500	9139	6296	4337	2988	2058
2800	9045	6231	4293	2957	2037
3100	8885	6121	4217	2905	2001
3400	8659	5965	4109	2831	1950
3700	8366	5763	3970	2735	1884
4000	8007	5516	3800	2618	1803
4300	7581	5223	3598	2478	1707
4600	7089	4883	3364	2318	1597
4900	6530	4499	3099	2135	1471
4679	6948	4786	3297	2271	1565

### 2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху: »[2]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (24)$$

«Сила сопротивления качению: »[2]

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (25)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (26)$$

«Полученные данные заносим в таблицу 4 и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости. »[2]

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	$\Sigma F$ сопр. движ-ю, Н
0	0	319	319
5	18	323	341
10	73	335	408
15	163	355	519
20	290	383	674
25	454	419	873
30	654	463	1116
35	890	515	1404
40	1162	575	1736
45	1470	642	2113
50	1815	718	2534
55	2197	802	2999
60	2614	894	3508
65	3068	994	4062

### 2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (27)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (28)$$

«По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора  $D$  от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу 5 и представляют графически.»[2]

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
1003	0,378	0,260	0,179	0,122	0,083
1300	0,388	0,267	0,183	0,125	0,084
1600	0,395	0,272	0,187	0,127	0,084
1900	0,400	0,275	0,188	0,127	0,083
2200	0,401	0,276	0,189	0,127	0,081
2500	0,400	0,275	0,187	0,125	0,077
2800	0,396	0,272	0,185	0,122	0,073
3100	0,389	0,266	0,181	0,118	0,068
3400	0,379	0,259	0,175	0,113	0,062
3700	0,365	0,250	0,168	0,107	0,055
4000	0,349	0,238	0,159	0,099	0,046
4300	0,331	0,225	0,149	0,091	0,037
4600	0,309	0,210	0,138	0,081	0,027
4900	0,284	0,192	0,125	0,070	0,015
4679	0,302	0,205	0,135	0,078	0,024

### 2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (29)$$

«где  $\delta_{BP}$  - коэффициент учета вращающихся масс,  
 $\Psi$  - коэффициент суммарного сопротивления дороги. »[2]

$$\Psi = f + i$$

« $i$  – величина преодолеваемого подъёма ( $i = 0$ ). »[2]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (30)$$

«где  $\delta_1$  - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;  $\delta_2$  - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:  $\delta_1 = \delta_2 = 0,015$ .

Расчетные данные в таблице 6, 7, 8.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta_{BP}$	1,181	1,094	1,052	1,033	1,023

Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Об двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 2 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 3 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 4 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 5 пер, м/с <sup>2</sup>
1003	3,02	2,20	1,53	1,03	0,66
1300	3,10	2,27	1,58	1,05	0,66
1600	3,17	2,31	1,61	1,07	0,66
1900	3,20	2,34	1,62	1,07	0,64
2200	3,22	2,35	1,62	1,06	0,62
2500	3,21	2,34	1,61	1,04	0,58
2800	3,17	2,31	1,58	1,01	0,53
3100	3,11	2,26	1,54	0,97	0,48
3400	3,02	2,19	1,49	0,92	0,41
3700	2,92	2,11	1,42	0,85	0,33
4000	2,78	2,01	1,34	0,78	0,24
4300	2,63	1,88	1,24	0,69	0,14
4600	2,44	1,74	1,13	0,59	0,03
4900	2,24	1,59	1,01	0,49	-0,09
4679	2,39	1,70	1,10	0,57	0,00

### 2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,33	0,45	0,65	0,97	1,52
1300	0,32	0,44	0,63	0,95	1,51
1600	0,32	0,43	0,62	0,94	1,52
1900	0,31	0,43	0,62	0,94	1,55
2200	0,31	0,43	0,62	0,94	1,62
2500	0,31	0,43	0,62	0,96	1,72
2800	0,32	0,43	0,63	0,99	1,87
3100	0,32	0,44	0,65	1,03	2,10
3400	0,33	0,46	0,67	1,09	2,44
3700	0,34	0,47	0,70	1,17	3,03
4000	0,36	0,50	0,75	1,29	4,15
4300	0,38	0,53	0,80	1,45	7,08
4600	0,41	0,57	0,88	1,68	32,38
4900	0,45	0,63	0,99	2,06	-11,09
4679	0,42	0,59	0,91	1,76	-40534,47

### 2.1.12 Время и путь разгона

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин: »[2]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (31)$$

«С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением  $j = const$ , которому соответствуют значения  $(1/j) = const$ . Эти величины можно определить следующим образом: »[2]

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (32)$$

«где  $k$  – порядковый номер интервала. »[2]

«Заменяя точное значение площади под кривой  $(1/j)$  в интервале  $\Delta V_k$  на значение площади прямоугольника со сторонами  $\Delta V_k$  и  $(1/j_{CP})_k$ , переходим к приближённому интегрированию: »[2]

$$\Delta t = \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (33)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k.$$

«где  $t_1$  – время разгона от скорости  $V_0$  до скорости  $V_1$ ,

$t_2$  – время разгона до скорости  $V_2$ .

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице 9: »[2]

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	Вр. t, с
0-5	205	1,0
0-10	616	3,1
0-15	1240	6,2
0-20	2147	10,7
0-25	3441	17,2
0-30	5285	26,4
0-35	7841	39,2
0-40	11274	56,4
0-45	15748	78,7

«Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости  $t = f(V)$  для получения зависимости пути разгона  $S$  от скорости автомобиля.

В данном случае кривая  $t = f(V)$  разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения  $V_{CPk}$ .

Площадь элементарного прямоугольника в интервале  $\Delta t_k$  есть путь, который проходит автомобиль от отметки  $t_{k-1}$  до отметки  $t_k$ , двигаясь с постоянной скоростью  $V_{CPk}$ .

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом : »[2]

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (34)$$

«где  $k = 1 \dots m$  – порядковый номер интервала,  $m$  выбирается произвольно ( $m = n$ ).

Путь разгона от скорости  $V_0$

до скорости  $V_1$ :  $S_1 = \Delta S_1$ ,

до скорости  $V_2$ :  $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$ ,

до скорости  $V_n$ :  $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$

Результаты расчёта заносятся в таблицу 10:

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	ПутьS, м
0-5	51	3
0-10	360	18
0-15	1139	57
0-20	2727	136
0-25	5638	282
0-30	10708	535
0-35	19016	951
0-40	31891	1595
0-45	50903	2545

### 2.1.13 Мощностной баланс

«Для решения ряда вопросов, как, например, выбор передаточного числа главной передачи, исследование топливной экономичности автомобиля, удобным является анализ мощностного баланса автомобиля, который выражается уравнением: »[2]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (35)$$

« $N_f$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

$N_B$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

$N_{II}$  - мощность, затрачиваемая на преодоление подъема ( $N_{II} = 0$ );

$N_j$  - мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля ( $N_j = 0$ ).

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению. »[2]

Расчетные данные в таблице 11 и 12.

Таблица 11 - Мощностной баланс

Обор. двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	15,6
1300	20,8
1600	26,1
1900	31,3
2200	36,4
2500	41,2
2800	45,7
3100	49,7
3400	53,1
3700	55,9
4000	57,8
4300	58,8
4600	58,9
4900	57,8
4679	58,7

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,6	1,7
10	0,7	3,4	4,1
15	2,5	5,3	7,8
20	5,8	7,7	13,5
25	11,3	10,5	21,8
30	19,6	13,9	33,5
35	31,1	18,0	49,1
40	46,5	23,0	69,5
45	66,2	28,9	95,1
50	90,8	35,9	126,7
55	120,8	44,1	164,9
60	156,8	53,6	210,5
65	199,4	64,6	264,0

#### 2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

«Для получения топливоно-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.»[2]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_I \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (36)$$

«где  $g_{E\min} = 290$  г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.»[2]

$$K_I = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (37)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (38)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (39)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (40)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу 13 и представляют в виде графика.»[2]

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение К <sub>И</sub>	Значение К <sub>Е</sub>	Значение Q <sub>S</sub>
1003	8,0	0,194	0,225	1,231	1,134	7,0
1300	10,4	0,208	0,292	1,213	1,102	7,4
1600	12,8	0,229	0,359	1,188	1,075	7,9
1900	15,2	0,255	0,426	1,157	1,052	8,5
2200	17,6	0,288	0,494	1,121	1,034	9,2
2500	20,0	0,328	0,561	1,080	1,021	10,0
2800	22,4	0,376	0,628	1,036	1,013	10,7
3100	24,8	0,433	0,696	0,991	1,010	11,6
3400	27,2	0,501	0,763	0,946	1,011	12,5
3700	29,7	0,583	0,830	0,907	1,017	13,6
4000	32,1	0,682	0,898	0,880	1,028	14,9
4300	34,5	0,803	0,965	0,878	1,044	16,8
4600	36,9	0,954	1,032	0,923	1,064	20,0

## 2.2 Расчет параметров конструкции

Чтобы проработать отдельные элементы модуля фургона, нам необходимо установить его на платформу автомобиля, что повлияет на его массу и габариты. Начнем с распределения веса между осями, так как это самый важный параметр.

Определение полной массы

$$m_a = m_0 + 3 \cdot m_{\Gamma} \quad (41)$$

где  $m_{\Gamma} = 450$  кг (масса груза).

$$m_a = 450 + 1450 = 1900 \text{ (кг)}$$

Распределение массы между осью и опорой с учетом коэффициента распределения массы по осям:

для передней опоры коэффициент

$$m_1 = 0,40 \cdot m = 0,40 \cdot 1900 = 760 \text{ (кг)} \quad (42)$$

для задней оси

$$m_2 = 0,60 \cdot m = 0,60 \cdot 1900 = 1140 \text{ (кг)} \quad (43)$$

## Определение радиуса качения колеса прицепа

Учитывая особенности эксплуатации автодома, принимаем шину 205/75R15, радиус качения данной шины рассчитывается по формуле:

$$r_k = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (44)$$

где  $d$  – посадочный диаметр шины,

$\lambda_z = 0,8$  - коэффициент вертикальной деформации,

$H$  – высота профиля шины.

$$r_k = 0,5 \cdot 15 \cdot 0,381 + 0,8 \cdot 0,75 \cdot 0,205 = 0,321 \text{ (м)}$$

«Расчет производится исходя из того, что прицеп рассчитан на перемещение груза массой до 150 кг, при этом масса самого модуля, должна приблизительно составить 550 кг. Произведем расчет усилия при движении. Рекомендуемое усилие движения принимаем не более 250 Н.» [6]

Расчет производится по формуле:

$$W_c = f_k \cdot (Q + G) \cdot \cos \beta + (Q + G) \cdot \sin \beta, \quad (45)$$

где  $f_k = 0,0129$  – коэффициент трения качения

$\cos \beta$  - уклон дорожного полотна,  $\beta = 1,5^\circ$

$Q$  – вес перемещаемого груза,  $Q = 4500 \text{ Н}$

$G$  – вес,  $G = 14500 \text{ Н}$

$$W_c = 0,0129 \cdot (14500 + 4500) \cdot 0,9997 + (14500 + 4500) \cdot 0,0262 = 132,6 \text{ Н}$$

Произведем расчет сопротивления качению.

Расчет производится по формуле:

$$W_{co} = f_k * P_k * \cos \alpha + (M / l) * \sin \alpha, \quad (46)$$

где  $M$  – момент, необходимый для проворачивания колеса относительно оси,  $M = f_i * P_k * r_{п}$

$$l – \text{длина отпечатка, } l = 2 * \sqrt{\frac{D_k}{\Delta h}}, \text{ где}$$

$P_k$  – нагрузка на колесо,  $P_k = (14500 + 4500) / 6 = 1500$  Н

$D_k$  – диаметр колеса,  $D_k = 70$  мм

$h$  – толщина сплошной обрешиненной шины,  $h = 7$  мм

$\Delta h$  – радиальный прогиб сплошной обрешиненной шины,  $\Delta h = 7$  мм

$$\Delta h = \sqrt[3]{\frac{(P_k * h / 2 * b * E)^2}{D_k}} \quad (47)$$

$$\Delta h = \sqrt[3]{\frac{(1500 * 7 / 2 * 37 * 7 * 10^6)^2}{70}} = 1,83 \text{ мм}$$

$$l = 2 * \sqrt{\frac{70}{1,83}} = 6,1 \text{ мм}$$

$\alpha$  – угол между направлением движения и плоскостью колеса, принимаем  $\alpha = 45^\circ$ .

$r_{п}$  – приведенное плечо трения по всей поверхности отпечатка,

$$r_n = \left( \sqrt{4 * b^2 + l^2} + \sqrt{4 * l^2 + b^2} \right) / 12 \quad (48)$$

$b$  и  $l$  – соответственно ширина и длина отпечатка,  $b = 37$  мм

$f_i$  – коэффициент трения скольжения в пятне контакта,  $f_i = 0,4$

$$r_n = \left( \sqrt{4 * 37^2 + 11,1^2} + \sqrt{4 * 11,1^2 + 37^2} \right) / 12 = 9,83 \text{ мм}$$

$$M = 0,4 * 962,5 * 9,83 = 3,79 \text{ Н*м}$$

$$W_{co} = 0,0129 * 962,5 * 0,71 + (3,79 / 11,1) * 0,71 = 9,05 \text{ Н}$$

$$W = W_c + W_{co}$$

$$W = 62,55 + 9,05 = 71,6 \text{ Н}$$

Выводы по разделу. В этом разделе мы приведены инженерные расчеты параметров конструкций модуля фургона. Также мы рассчитаем силы при движении фургона и определим общую массу. На основе этих расчетов мы проведем дальнейшую работу над проектом.

### 3 Безопасность и экологичность объекта

#### 3.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

«Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства. В таблице 14 представлены опасные и вредные факторы производства.

Таблица 14 - Опасные и вредные факторы

Операция или вид выполняемых работ	Опасный или вредный производственный фактор	Источник опасного фактора
Сборка и установка	Отсутствие или недостаток естественного освещения	Мелкая сборочная работа
	Химически опасные и вредные производственные факторы Проникающие через органы дыхания, раздражающие, сенсibiliзирующие	Смазочные материалы, растворитель
	Статические перегрузки	Работа в согнутом положении корпуса
	Перенапряжение и монотонность операций	Длительность проведения операции демонтажа; значительный вес
	Подвижные узлы машин и механизмов	Использование гайковерта и ключа-трещетки
	Недостаток освещения	

### **3.2 Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников**

Если не принять правильных мер предосторожности, движущиеся машины и механизмы, подвижные части машин, подвижные изделия и заготовки могут стать причиной всевозможных травм людей, включая переломы, ушибы, ссадины, царапины и так далее.»[7]

Также важно следить за уровнем влажности и сырости в рабочей зоне.

Пыль также вредна для легких, кожи, глаз и пищеварительной системы. Попадание пыли в верхние дыхательные пути сначала вызывает зуд, но если пыль задерживается, это может привести к кашлю и отхождению мокроты. Попадание пыли в дыхательные пути может вызвать пневмонию.

### **3.3 Мероприятия для обеспечения безопасного труда**

«Требования к воздуховодам. Для обеспечения чистоты воздуха и нормализации параметров микроклимата производственных помещений, помимо местных отсосов, позволяющих удалять вредные вещества из зоны горения пыли, мелкой стружки и аэрозолей смазочно-охлаждающих жидкостей, необходимо предусмотреть приточно-вытяжную общеобменную систему вентиляции.

Требования к освещенности.

Производственное помещение должно иметь естественное и искусственное освещение, отвечающее требованиям категории 8 по СН, П23-05-95. В местном освещении должны использоваться светодиодные лампы с неиллюминированными отражателями и защитным углом не менее 30 градусов. Также должны быть предусмотрены меры по снижению плотности отраженного света.»[7]

Процессы технической поддержки должны отвечать следующим требованиям:

Для обеспечения безопасности людей все машины, инструменты и механизмы окружены ограждениями.

Для защиты глаз мы используем прозрачные экраны.

Чтобы детали не разлетались и не травмировали людей, мы используем зажимные устройства.

Чтобы снизить уровень шума и вибрации до нормального уровня, мы используем материалы для облицовки машин и гашения вибрации. «Мы поддерживаем вибрацию на нормальном уровне, используя материалы для обшивки станков и гашения вибрации по принципу жесткой фиксации оборудования и применения гашения вибрации.

В дополнение к техническим работам в цехе мы обеспечиваем персонал спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, такими как очки, перчатки и т. д.»[7]

Система отопления и освещения обеспечивает необходимые условия для нормальной работы сотрудников. В производственных помещениях есть естественный свет, а также искусственное освещение. Важно улучшить условия для зрительной работы, снизить утомляемость, повысить производительность и улучшить качество производимой продукции. «В дневное время мы используем естественный свет из верхних и боковых окон, а в ночное время используем люминесцентные лампы для искусственного освещения. Освещение обеспечивается системой общего освещения, а в некоторых зонах используется комбинированное освещение. Вентиляция и отопление важны для поддержания хорошего качества воздуха на рабочем месте. Система вентиляции включает в себя как принудительную, так и естественную вентиляцию. Естественная вентиляция осуществляется через окна в крыше завода. Принудительная вентиляция осуществляется с помощью вентиляционных установок и систем кондиционирования воздуха. Центральная система отопления использует водяное отопление для подачи тепла.

Средства индивидуальной защиты для работников. Чтобы обезопасить рабочих и служащих от травм в цехе и на участке обработки резанием, необходимо обеспечить их специальной одеждой, обувью и средствами защиты.

Для защиты кожи от СОЖ используются профилактические маски, мази и кремы. Специализированная одежда, защищающая от механических воздействий,

установлена ГОСТ 12. 4. 038-78. Средства для защиты от СОЖ - ГОСТ 1212.4.068-79.»[7]

«Средства для защиты глаз - очки защитные ГОСТ 1212.4.003-80.

Требования безопасности при термической обработке. Освещенность цехов термической обработки должна быть 300 лк по СН, П23-05-95.

Обеспечение пожарной безопасности. Тепловые цеха имеют общеобменную систему вентиляции. Воздух подается в верхнюю или рассредоточенную зону помещений или рассредоточивается в рабочей зоне со скоростью, обеспечивающей подвижность воздуха в рабочей зоне не более 0,2 м.с. Оборудование, являющееся источником выделения вредных и ядовитых веществ, оборудуется местными отсосами.

Индивидуальная защита. Для защиты глаз от излучения используем металлическую полосу с ячейкой 0,8 х 0,8 мм. На лицо устанавливаем органическое стекло 80 х 80 мм толщиной 3 мм, отогнутое на уровне лица. Для защиты органов дыхания используем респиратор ПМП-62, согласно ТТУ1-301-0521-81. Специализированная одежда в соответствии с ГОСТ 12.4.038-78. Специализированная обувь, защищающая от повышенной температуры, ГОСТ 12.4.0050-78.

Средства для защиты рук - рукав специальный ГОСТ 12.4.0010-78, средства защитные для дерматологии ГОСТ 12.12. 12. 4. 068-79.

Требования безопасности к эксплуатируемому оборудованию

Главное, когда речь идет об охране труда при разработке машин и механизмов, отдельных узлов и оборудования в целом, - это обеспечение безопасности работника. Конечно, важно, чтобы все было удобно и максимально надежно в эксплуатации. И на сегодняшний день существуют установленные нормы охраны труда, которые необходимо соблюдать.»[7]

«Во-первых, безопасность оборудования, используемого в производстве, обеспечивается выбором правильных принципов работы, конструктивных решений и рабочих элементов, технологических параметров и так далее. Однако средства защиты заслуживают особого внимания и должны быть интегрированы в конструкцию оборудования как можно раньше. Защита должна быть

многофункциональной, то есть выполнять сразу несколько задач. Например, если речь идет о конструктивных особенностях механизмов, то важно, чтобы станина не только обеспечивала ограждение от опасных предметов, но и снижала уровень шума при работе, а также минимизировала вибрацию. Ограждение оборудования для заточки абразивных кругов должно совпадать с локальной вытяжной системой.»[7]

«Что касается систем повышенной опасности, то они должны выполняться с контролем дополнительных условий со стороны Госгортехнадзора. При наличии электрических проводов необходимо соблюдать правила устройства электроустановок. При использовании рабочих органов под высоким давлением, не соответствующим атмосферному, также необходимо соблюдать требования, установленные Госгортехнадзором. Вы должны обеспечить меры защиты от ионизированного или электромагнитного излучения, загрязнения и лучистого тепла.

Надежность техники зависит от того, сможет ли она справиться со сбоями или нарушениями в процессе эксплуатации. Ведь любой сбой может привести к серьезным последствиям, как минимум, к авариям на производстве или травмам. Прочность оборудования и систем действительно важна для безопасности. Прочность основного материала, используемого для изготовления, и соединительных элементов в основном определяет прочность конструкции. Важны и условия эксплуатации, например, наличие смазки или возможность ржавления под воздействием окружающей среды, повышенный износ и т. д.»[7]

«В процессе эксплуатации также стоит обратить внимание на исправность измерительных и контрольных приборов, систем автоматического регулирования и так далее. Если автоматическая система не работает, важно привлечь обслуживающий персонал. Поэтому рабочее место оператора должно быть спроектировано с учетом физиологии и психологической устойчивости человека, а также его антропометрических данных. Важно, чтобы оператор мог как можно быстрее и точнее прочитать все показания на контрольном оборудовании, четко воспринять сигнал или другую информацию. Если органов управления слишком много, оператор, скорее всего, быстро устанет. Все рычаги и элементы

управления должны быть легкодоступны, хорошо видны и просты в использовании. Часто они находятся на самом оборудовании или на отдельной консоли рядом.

Все оборудование должно легко осматриваться, обслуживаться, разбираться, регулироваться и смазываться. Оно должно быть простым в использовании.

То, насколько люди устают, работая на различных видах оборудования, в основном связано с физическим напряжением, но важно также думать о психологической усталости.»[7] В конце концов, окружающая обстановка может влиять на то, как мы чувствуем себя на работе, даже цвет стен может иметь большое значение.

#### Правила пожарной безопасности на рабочем месте

Пожарная безопасность - это гарантия того, что работники будут защищены от пожара. Это включает в себя правильные организационные меры и технические средства.

Пожарная безопасность промышленных объектов гарантируется высококвалифицированным подбором информации об огнестойкости. Мы можем подтвердить эффективность зданий, взяв пробы воздуха, который они выделяют, и проанализировав их в лаборатории. Затем мы сравниваем полученные результаты с нормами выбросов, установленными соответствующими органами. Если нормы превышены, мы вносим изменения в технологию или улучшаем систему очистки.

«Важно отметить, что выход из подвала находится на первом этаже. Лестничная клетка должна быть шириной не менее 70 сантиметров и иметь уклон 1:1. Если все эти правила соблюдены, то в экстренной ситуации проблем не возникнет. Это очень важно, ведь от этого зависит безопасность сотрудников и эффективность рабочего процесса. Кроме того, отлаженная система минимизирует риски и потери компании.»[7]

## **4 Технологическая часть**

«В широком смысле слова технология - это совокупность приемов и методов, используемых для получения и обработки сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в процессе производства. Если упростить, то технология - это комплекс организационных мероприятий, направленных на создание ремонтных услуг и эксплуатационных изделий определенного качества при оптимальных затратах. Она также определяет текущее развитие науки и техники.

В целом над разработкой технологии работают инженеры, программисты и другие специалисты на предприятии. Технологии обычно делятся на различные области, такие как машиностроение, информационные технологии, телекоммуникации, инновации, социальные и образовательные технологии, строительные технологии, химия и так далее.»[5] Когда технология используется, она может изменить способ производства, внешний вид и принцип работы. Чтобы технология считалась технологией, она должна обладать определенными свойствами.

### **4.1 Анализ технологичности конструкции изделий**

Общее правило для разработки изделий заключается в том, что они должны легко собираться. Это означает, что конструкция должна обеспечивать возможность самостоятельного крепления узлов и одновременного их присоединения к основному изделию. Кроме того, процесс сборки должен быть автоматизирован, а конструкция должна быть достаточно простой, чтобы ее можно было легко проверить.

### **4.2 Разработка технологической схемы сборки**

«Процесс изготовления включает в себя установку и формирование соединений в деталях изделия в соответствии с ГОСТ 2387-79. Сборка - это процесс установки и формирования соединений в деталях изделия. Технологический переход - это заключительная часть процесса, выполняемая на одном и том же оборудовании при постоянном технологическом режиме и сборке.

Процесс сборки включает в себя множество различных видов работ, таких как подготовка деталей, их промывка, сортировка и так далее. Затем слесарные и

слесарно-монтажные работы - соединение деталей в узлы и изделия, а также свинчивание, запрессовка, клепка, сварка, пайка и так далее. Кроме того, необходимо регулировать, контролировать и разбирать изделия, чтобы подготовить их к упаковке и транспортировке.»[5]

#### **4.3 Составление перечня сборочных работ**

«Перечень изложен в виде таблицы с наименованиями сборочных работ в порядке, определяемом общей и подсборочной технологическими схемами, вместе с данными о нормировании всех необходимых видов сборки. Эти работы очень разнообразны, и определить их можно только путем расчета и анализа конкретных условий сборки: полноты и точности механической обработки деталей, надеваемых на сборку, принятых способов достижения точки смыкания, принятых технологических приемов выполнения соединений и т. д.»[5]

Перечень сборочных работ в таблице 15.

Таблица 15 – Перечень сборочных работ

№ опер	Содержание основных и вспомогательных работ	Время $t_{on}$ , мин.
1. Общая сборка модуля фургона		
1	Взять каркас модуля в сборе	0,06
2	Установить каркас модуля в сборе в приспособления	0,11
3	Взять панель пола	0,06
4	Установить панель пола	0,09
5	Взять переднюю панель	0,06
6	Установить переднюю панель	0,09
7	Взять переднюю горизонтальную панель	0,06
8	Установить передний горизонтальную панель	0,09
9	Взять переднюю панель малую	0,06
10	Установить переднюю панель малую	0,12
11	Взять переднюю верхнюю панель	0,14
12	Установить переднюю верхнюю панель	0,12
13	Взять панель крыши	0,17
14	Установить панель крыши	0,23
15	Взять заднюю панель	0,24
16	Установить заднюю панель	0,15
17	Взять арку левую в сборе	0,13
18	Установить арку левую в сборе	0,24
19	Установить арку правую в сборе	0,16
20	Взять арку правую в сборе	0,18
21	Установить арку правую в сборе	0,16
22	Установить левую панель модуля	0,17
23	Установить правую панель модуля	0,12
24	Взять входную дверь модуля и установить ее	0,20
25	Проверить качество выполненной работы и передать далее	0,10
Всего	$\sum t_{on}$	3,33

#### 4.4 Определение трудоёмкости сборки

Перечень работ в плане сборки используется для распределения работ в соответствии с нормативами. Эти нормативы устанавливают нормы оперативного времени на механическую сборку и мелкие переходы. Результаты распределения работ суммируются в соответствующей колонке.

«Общее оперативное время на все виды работ при сборке разрабатываемого узла определяется как сумма отдельных оперативных времён:»[5]

$$t_{оп}^{общ} = \sum t_{он} = 3,33 \text{ мин.}$$

«Суммарная трудоёмкость сборки узла может быть определена как: »[5]

$$t_{\phi\delta}^{i\alpha\beta} = t_{ii}^{i\alpha\beta} + t_{ii}^{i\alpha\beta} * \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right), \quad (49)$$

«где  $\alpha$  - часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места,  $\alpha = 2 \div 3\%$  ;

$\beta$  - часть оперативного времени на перерывы для отдыха,  $\beta = 4 \div 6\%$  ;

Примем  $\alpha = 2\%$  ;  $\beta = 4\%$  .»[5]

Тогда  $t_{шт}^{общ} = 3,33 + 3,33 * \frac{2+4}{100} = 3,53 \text{ мин.}$

#### 4.5 Определение типа производства

Тип производств при сборке должен определяться в соответствии с годовым выпуском изделий, а также определённым суммарным числом трудоёмкости сборки узла.

В нашем случае  $N = 68000$  шт.;  $t_{шт}^{общ} = 3,53 \text{ мин.}$ , поэтому принимаем

крупносерийное производство.

«Для крупносерийного производства, где применяют поточные формы организации производства, следует определить такт выпуска изделий:»[5]

$$T_g = \frac{F_g * 60 * m}{N}, \quad (50)$$

«где  $F_g$  – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, час;

$m$  – количество рабочих смен в сутки;

$N$  – годовой объём выпуска изделий, шт.»[5]

$$T_g = 4015 * \frac{60}{68000} = 3,54 \text{ мин.}$$

#### **4.7 Составление маршрутной технологии**

«Технология маршрутизации заключается в определении последовательности и содержания операций общей и узловой сборки. Последовательность производства основывается на технологии общей и узловой сборки.»[5]

Маршрутная технология в таблице 16.

Таблица 16 – Маршрутная технология

№ операции.	Название операции	Наименование технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, мин
005	Общая сборка модуля фургона	<p>Взять каркас модуля в сборе</p> <p>Установить каркас модуля в сборе в приспособления</p> <p>Взять панель пола</p> <p>Установить панель пола</p> <p>Взять переднюю панель</p> <p>Установить переднюю панель</p> <p>Взять переднюю горизонтальную панель</p> <p>Установить передний горизонтальную панель</p> <p>Взять переднюю панель малую</p> <p>Установить переднюю панель малую</p> <p>Взять переднюю верхнюю панель</p> <p>Установить переднюю верхнюю панель</p> <p>Взять панель крыши</p> <p>Установить панель крыши</p> <p>Взять заднюю панель</p> <p>Установить заднюю панель</p> <p>Взять арку левую в сборе</p> <p>Установить арку левую в сборе</p> <p>Установить арку правую в сборе</p> <p>Взять арку правую в сборе</p> <p>Установить арку правую в сборе</p> <p>Установить левую панель модуля</p> <p>Установить правую панель модуля</p> <p>Взять входную дверь модуля и установить ее</p> <p>Проверить качество выполненной работы и передать далее</p>	<p>Специальное установочно-зажимное приспособление, ключи, пассатижи, отвертка, гайковерт, шуруповерт.</p>	3,54

### Вывод

В ходе технической разработки данной дипломной работы была составлена блок-схема и доработана маршрутная технология, которая представлена в формате А1.

## 5 Экономическая эффективность проекта

### 5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Исходные данные для расчета представлены в таблице 17.

«Таблица 17 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>Vгод.</i>	шт.	68000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных)	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,2

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (51)$$

где  $C_{mi}$  - оптовая цена материала  $i$ -го вида, руб.,

$Q_{mi}$  – норма расхода материала  $i$ -го вида, кг, м.

$K_{тзр}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %

$K_{вот}$  – коэффициент возвратных отходов, %.»[8]

Расчетные данные в таблице 18.

«Таблица 18 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед.	Цена за	Норма	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	0,65	94,58
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,35	63,94
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	0,95	123,57
Бронза (отходы)	кг	3,1	1,55	4,81
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	0,43	57,93
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	1,32	6,20
Итого				351,02
<i>Ктзр</i>		1,45		5,09
<i>Квот</i>		1		3,51
Всего				359,62

$$M = 359,62 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma\Pi_i = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100 \quad (52)$$

где  $C_i$  - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, руб.

$n_i$  - количество покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, шт.

Расчетные данные в таблице 19.

Таблица 19 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Болт М6х14	шт.	12,15	4	48,60
Гайка М6	шт.	9,32	4	37,28
Шайба волнистая	шт.	9,8	4	39,20
Шайба 6	шт.	5,9	4	23,60
Подшипник	шт.	235,85	1	235,85
Накладка фиксационная	шт.	86,35	1	86,35
Итого				470,88
<i>Ктзр</i>		1,45		6,83
Всего				477,71

$$\Pi_i = 477,71 \text{ руб.}$$

"Основная заработная плата производственных рабочих"

$$Z_o = Z_t (1 + K_{прем} / 100) \quad (53)$$

где –  $Z_t$  – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:»[8]

$$\ll Zm = Cp.i \cdot Ti \quad (54)$$

где  $Cp.i$  – часовая тарифная ставка, руб.,

$Ti$  – трудоемкость выполнения операции, час.

$K_{прем.}$  – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Расчетные данные в таблице 20.

Таблица 20 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка,	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,25	95,29	23,82
Токарная	6	0,78	99,44	77,56
Фрезерная	5	0,41	95,29	39,07
Термообработка	7	0,15	103,53	15,53
Шлифовальная	5	0,35	95,29	33,35
Сборочная	7	1,53	103,53	158,40
	Итого			347,74
	$K_{прем}$	12		41,73
	Всего			389,46

$$Zo = 389,46 \text{ руб.}$$

"Дополнительная заработная плата производственных рабочих"

$$Z_{доп} = Zo \cdot K_{вып} \quad (55)$$

где  $K_{вып}$  - коэффициент доплат или выплат

Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС"

$$C_{соц.н.} = (Zo + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (56)$$

где  $E_{соц.н.}$  - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %

Расчет статьи затрат "Расходы на содержание и эксплуатацию"

$$C_{сод.обор.} = Zo \cdot E_{обор.} / 100 \quad (57)$$

где  $E_{обор.}$  - коэффициент расходов на содержание»[8]

«Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{цех} = Z_0 \cdot E_{цех} / 100 \quad (58)$$

где  $E_{цех}$ . - коэффициент цеховых расходов, %

Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку

$$C_{инстр.} = Z_0 \cdot E_{инстр.} / 100 \quad (59)$$

где  $E_{инстр.}$ . - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{цех.с.с.} = M + Пн + Z_0 + C_{соц.н.} + Z_{доп.} + C_{сод.обор.} + C_{цех.} + C_{инстр.} \quad (60)$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы

$$C_{обзав.} = Z_0 \cdot E_{обзав.} / 100 \quad (61)$$

где  $E_{обзав.}$ . - коэффициент общезаводских расходов, %

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{обзав.с.с.} = C_{обзав.} + C_{цех.с.с.} \quad (62)$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{ком.} = C_{обзав.с.с.} \cdot E_{ком.} / 100 \quad (63)$$

где  $E_{ком.}$ . - коэффициент коммерческих расходов»[8]

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (64)$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (65)$$

где *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %

Сравнительная калькуляция представлена в таблице 21.

Таблица 21 - Сравнительная калькуляция себестоимости

Наименование показателей	Обозна-	Затраты на единицу изделия	Затраты на единицу
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	395,58	359,62
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	525,48	477,71
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	389,46	389,46
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	54,53	54,53
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	133,20	133,20
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	755,56	755,56
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	669,88	669,88
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	11,68	11,68
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	2935,37	2851,64
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	767,25	767,25
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	3702,61	3618,88
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	10,74	10,49
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	3713,35	3629,38
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	4827,36	4827,36

## Выводы и рекомендации

Выполняя множество различных проектных работ, мы можем увеличить ресурсы автомобильного конструкторского проекта, что даст положительный экономический эффект  $ID=1,79$ .

Рассматривая экономические показатели внедрения автомобильных конструкторских решений в серийное производство, мы обнаружили, что стоимость проектного предложения ниже, чем стоимость основного варианта. Это объясняется тем, что у нас будет больше дизайнерских ресурсов, что приведет к увеличению продаж, а это положительный экономический показатель. Мы также рассчитали социальную эффективность проекта и прибыль, которую мы получим от внедрения его в производство.

Чистый дисконтированный доход от модернизации хостинга составляет 416 594 250,98 рублей.

Срок окупаемости проекта составляет 0,56 года, то есть риск минимален. Исходя из полученных данных, мы можем говорить о применении его на новом автомобиле.»[8]

## Заключение

При проектировании этого транспортного средства учитывались необходимые инструменты и материалы, а также требования безопасности жизнедеятельности и охраны здоровья при их использовании в процессе модернизации. Результаты можно увидеть в графическом разделе проекта. Учитывая высокий спрос на мобильные дома, прибыль получается значительной. Модернизация экономически эффективна благодаря минимальным затратам и возможности использования существующих транспортных средств. Ограничения относительно незначительны, и ими можно пренебречь, поскольку автомобиль не предназначен для скоростной езды по пересеченной местности. Это связано с тем, что максимальная скорость приведет к увеличению времени разгона и снижению ускорения. На динамические характеристики автомобиля негативно повлияют условия загрузки проектного автомобиля. Предлагаемая модификация будет иметь как преимущества, так и недостатки. Были проведены расчеты тягового усилия и нагрузки на автомобиль, которые показали, что изменения в конструкции оказали значительное влияние на динамические параметры автомобиля. Помимо модификации кузова, в кемпере может разместиться семья из трех-четырех человек. Автопоезд позволит перевозить больше людей и увеличит общее пространство, что очень удобно для семей. Автопоезд будет состоять из пассажирского универсала и фургона на тех же шасси что и автомобиль.

Для лучшего обслуживания путешественников предлагается расширить внутреннее пространство автомобиля и увеличить функциональность базового туристического автомобиля "Нива". Вероятно, готовность потребителей платить меньше за автомобиль и предлагаемые им удобства будет способствовать росту автомобильного трафика в России. Туристы, для которых ценовая доступность является основным фактором, представляют собой значительную демографическую группу. Это явление подчеркивает необходимость адаптации дизайна автомобилей к предпочтениям среднего потребителя. Все большее число людей вместе с туристами участвуют в активном отдыхе - тенденция, которую отрадно наблюдать в нашей стране.

## Список используемых источников

1. Анопченко, В. Г. Практикум по теории движения автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Анопченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-2494-0.
2. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;.  
3. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
4. Безопасность и экологичность проекта/ Ю.Н. Безбородов [и др.] - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 148 с. ISBN 978-5-7638-3176-4.
5. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет: Учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 320 с.: ил.; . - (ПРОФИЛЬ). ISBN 978-5-98281-309-1. - Текст : электронный.
6. Ведущие мосты тракторов и автомобилей: Учебное пособие / Кобозев А.К., Швецов И.И., Койчев В.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2016. - 64 с.
7. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Ф. Головин. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3
9. Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Гринцевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-2378-3.
10. Дома на колесах. Электронный ресурс URL: <http://trezvuyivoditel.su/page/doma-na-kolesax-naznachenie-raznovidnosti-i-konstruktivnyye>

osobnosti

11. Капрова, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.

12. Карташевич А.Н. «Тракторы и автомобили. Конструкция» / А.Н. Карташевич, А.В. Понталев, А.В. Гордеенко // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2013 – 313 с.

13. Кибанов, А. Я. Проектирование функциональных взаимосвязей структурных подразделений производственного объединения (предприятия) [Электронный ресурс] / А. Я. Кибанов, Т. А. Родкина. - М. : МИУ им. С. Орджоникидзе, 2016

14. Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В.Н. Коханов, В.М. Емельянов, П.А. Некрасов. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 400 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – [www.dx.doi.org/ 10.12737/2883](http://www.dx.doi.org/10.12737/2883). - ISBN 978-5-16-100439-5.

15. Корниенко, Евгений. Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Е. Корниенко. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2018. – Режим доступа [http://www.kornienko-ev.ru/teoria\\_auto/page233/page276/index.html](http://www.kornienko-ev.ru/teoria_auto/page233/page276/index.html), свободный

16. Лата, В.Н. Основы моделирования управляемого движения автомобиля : учебное пособие / В.Н. Лата. - Тольятти : ТГУ, 2012. – 60 с. [11]

17. : ил.-Библиогр.: с.10-21.

18. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.

19. Мигаль, В. Д. Методы технической диагностики автомобилей : учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. – Москва : ИД «ФОРУМ» :

ИНФРА-М, 2020. – 417 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978- 5-16-100107-3.

20. Муравьева, А.М., Яковлев Ю.В. Методические указания к выполнению домашнего задания по винтовым устройствам: Харьков, Харьк. авиац. ин-т, 1981;

21. Набоких, В. А. Испытания автомобиля : учебное пособие / В.А. Набоких. – 2-е изд. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. – 224 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-106839-7. - Текст

22. : электронный. -

URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087951> (дата обращения: 09.06.2020)

23. Огороднов, С.М. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1.

24. Огороднов С.М. «Конструкция автомобилей и тракторов»/ С.М. Огороднов, Л.Н Орлов, В.Н. Кравец // учебник, Изд-во Инфра Инженерия, 2019 – 284 с

25. Пантелеева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Пантелеева, Д. В. Альжев. – Москва : ФЛИНТА, 2013. – 286 с. - ISBN 978-5-9765-1727-1.

26. Радин, Ю. А. Справочное пособие авторемонтника / Ю. А. Радин, Л. М. Сабуров, Н. И. Малов. - Москва : Транспорт, 2018. - 285 с. : ил. - Библиогр.: с. 277. - Предм. указ.: с. 278-278. - ISBN 5-277-00094-1 : 28-80.

27. Ремонт автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>

28. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ 5320, 5410, 55102, 55111, 53212, 53211, 53213, 43114,

29. 65111, 4326, 54155 – М., 2010. – 286 с.
30. Руктешель, О.С. Выбор параметров и оценка тягово-скоростных и топливно-экономических свойств автомобиля / О.С. Руктешель. – Минск : БНТУ, 2015. – 77 с.
31. Савич, Е. Л. Легковые автомобили : учебник / Е.Л. Савич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. – 758 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104387-5.
32. Савич, Е. Л. Системы безопасности автомобилей : учебное пособие / Е.Л. Савич, В.В. Капустин. – Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 445 с.: ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16- 104362-2.
33. Сайт торговой компании «Все инструменты» [Электронный ресурс].
34. – Режим доступа <http://tolyatti.vseinstrumenti.ru>, свободный
35. Сергеенко, В.А. Проверочный расчет зубчатых передач трансмиссии автомобилей / В.А. Сергеенко. – Минск : БНТУ, 2016. – 61 с.
36. Соломатин, Н.С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля : учебное пособие / Н.С. Соломатин. – Тольятти : ТГУ, 2013. – 140 с. [1] : ил.- Библиогр: с. 110-112.
37. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля : учебное пособие / В.А. Стуканов. – Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.
38. Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. – 2-е изд., испр. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 448 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978- 5-16-101224-6.
39. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. М.

Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.

40. Технология построение автодома из старого автомобиля.

41. URL:<https://gtshina.ru/tyuning/pereoborudovanie-avto-v-dom-na-kolesah-shikarnyi-dom-iz-starogo/>

42. Халтурин Д.В., Испытание автомобилей и тракторов : практикум / Д.В. Халтурин, Н.И. Финченко, А.В. Давыдов - Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. - 172 с. (Серия "Учебники ТГАСУ") - ISBN 978-5-93057-791-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930577914>

43. Чернова, Е.В. Детали машин : проектирование станочного и промышленного оборудования : учеб. пособие для вузов / Е. В. Чернова. - Москва : Машиностроение, 2011. - 605 с.

44. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.

45. Щелчкова, Н. Н. Практикум по безопасности жизнедеятельности. Часть II : учебно-практическое пособие / Н.Н. Щелчкова, Д.В. Натарова, Е.А. Романова. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 225 с. - ISBN 978-5-16-108275-1.

46. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s

47. Denton, Tom Automobile Mechanical and Electrical Systems: 2nd Edition / Tom Denton: Routledge, 2017 – 378p. - ISBN 9780415725781

48. Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. -

International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.

49. G. A. Einicke, Smoothing, Filtering and Prediction: Estimating the Past, Present and Future (2nd ed.), Prime Publishing, 2019

50. Guide to 4 types of motorhomes. Электронный ресурс URL: <https://www.tripsavvy.com/types-of-motorhomes-2912600>

51. Haney, Paul. The racing and high-performance tire / Paul Haney. – TV MOTORSPORT : Springfield, 2003. – 285 p. [2]. – ISBN 0-9646414-2-9.

52. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. - 37s.

53. Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.

54. Milliken, W. F. Race Car Vehicle Dynamics / Premiere Series / R: Society of Automotive Engineers, Том 146 / W. F. Milliken, D. L. Milliken : SAE International, 1995. – 890 p. [8], [9], [10]. – ISBN 1560915269, 9781560915263.

55. Singh, H. Rewat The Automobile: Textbook for Students of Motor Vehicle Mechanics / H. Rewat Singh: S Chand & Co Ltd, 2004 - 532 p.

Графики тягового расчета

Внешняя скоростная характеристика

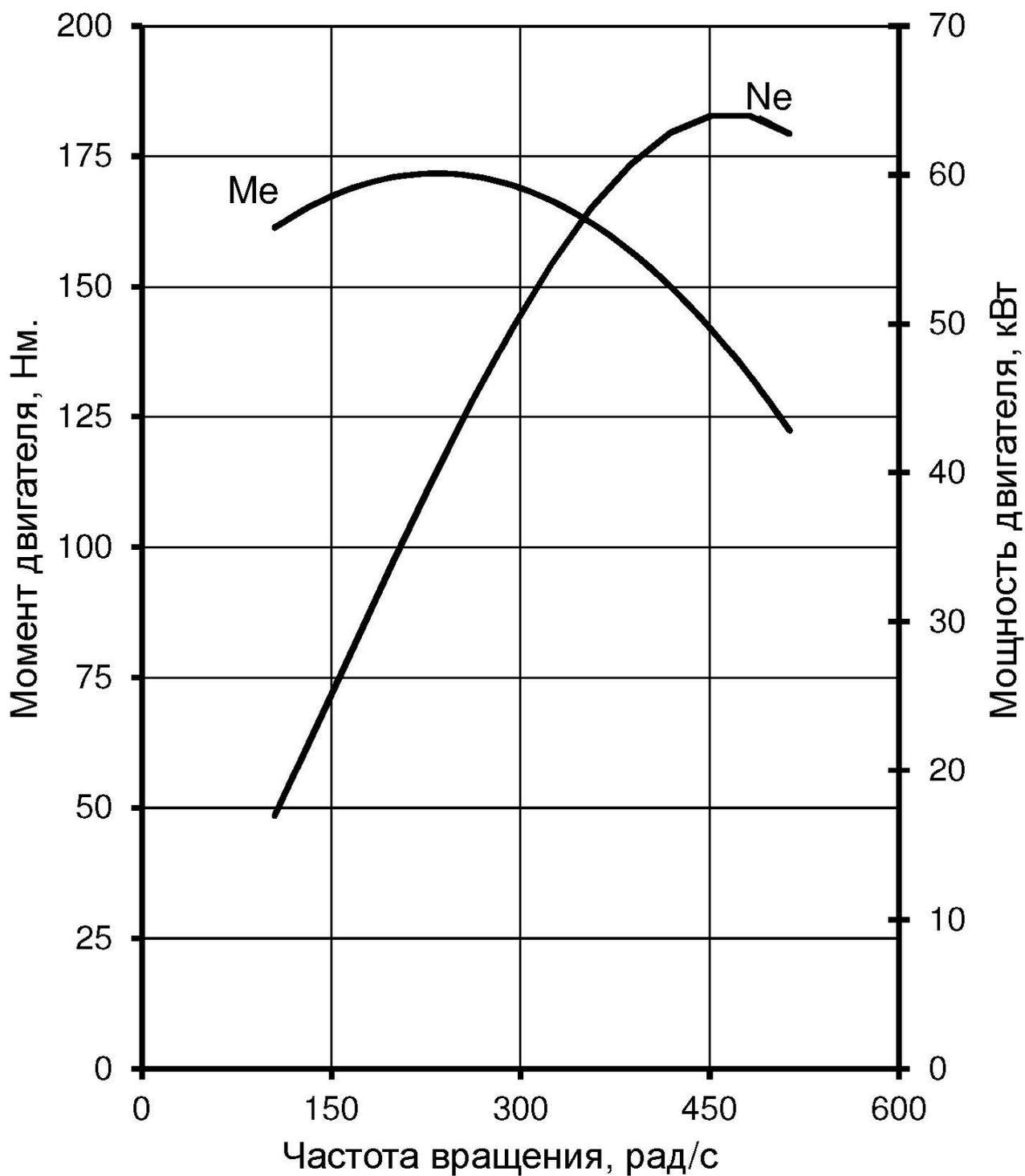


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

### Баланс мощностей

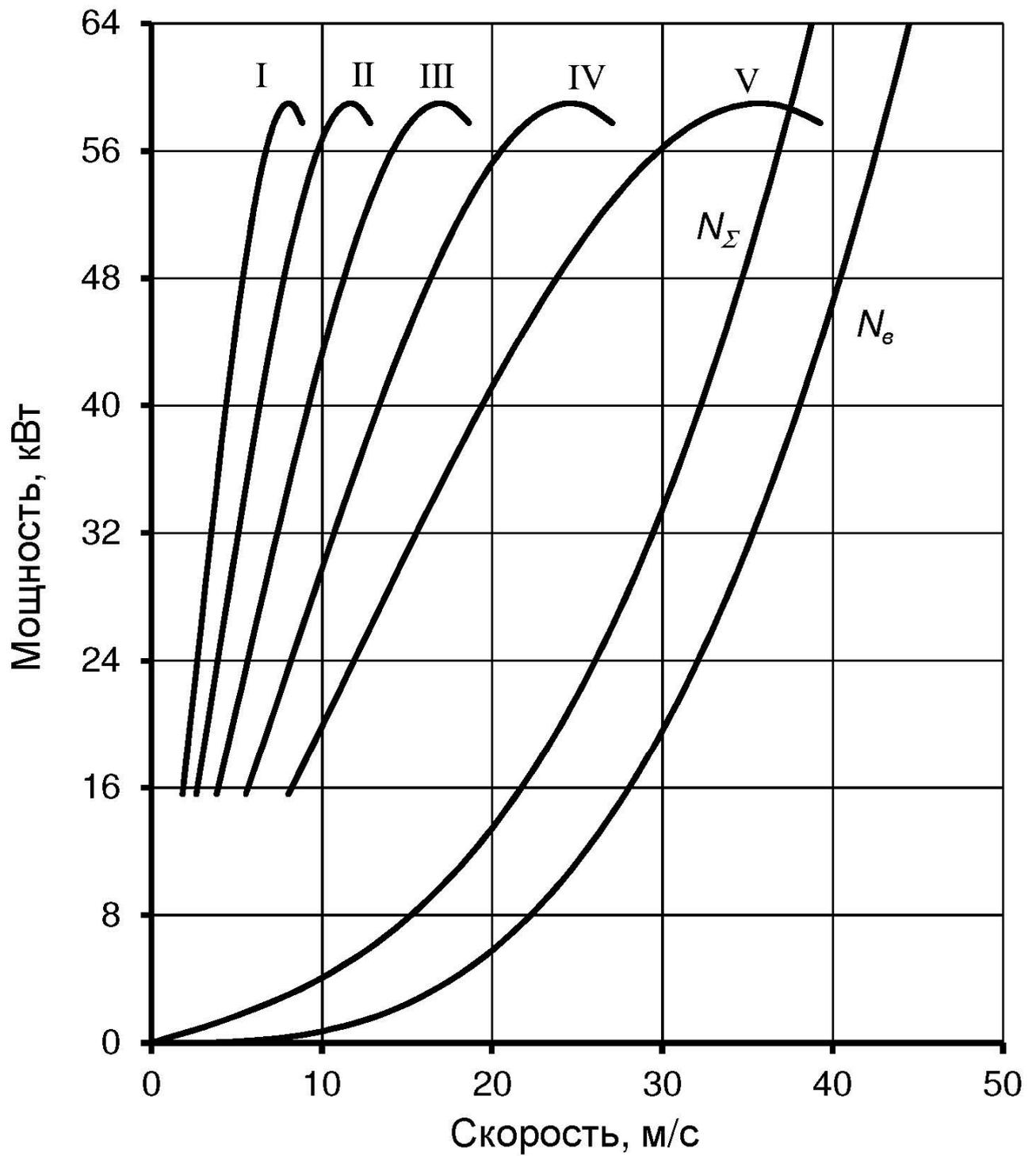


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

### Тяговый баланс

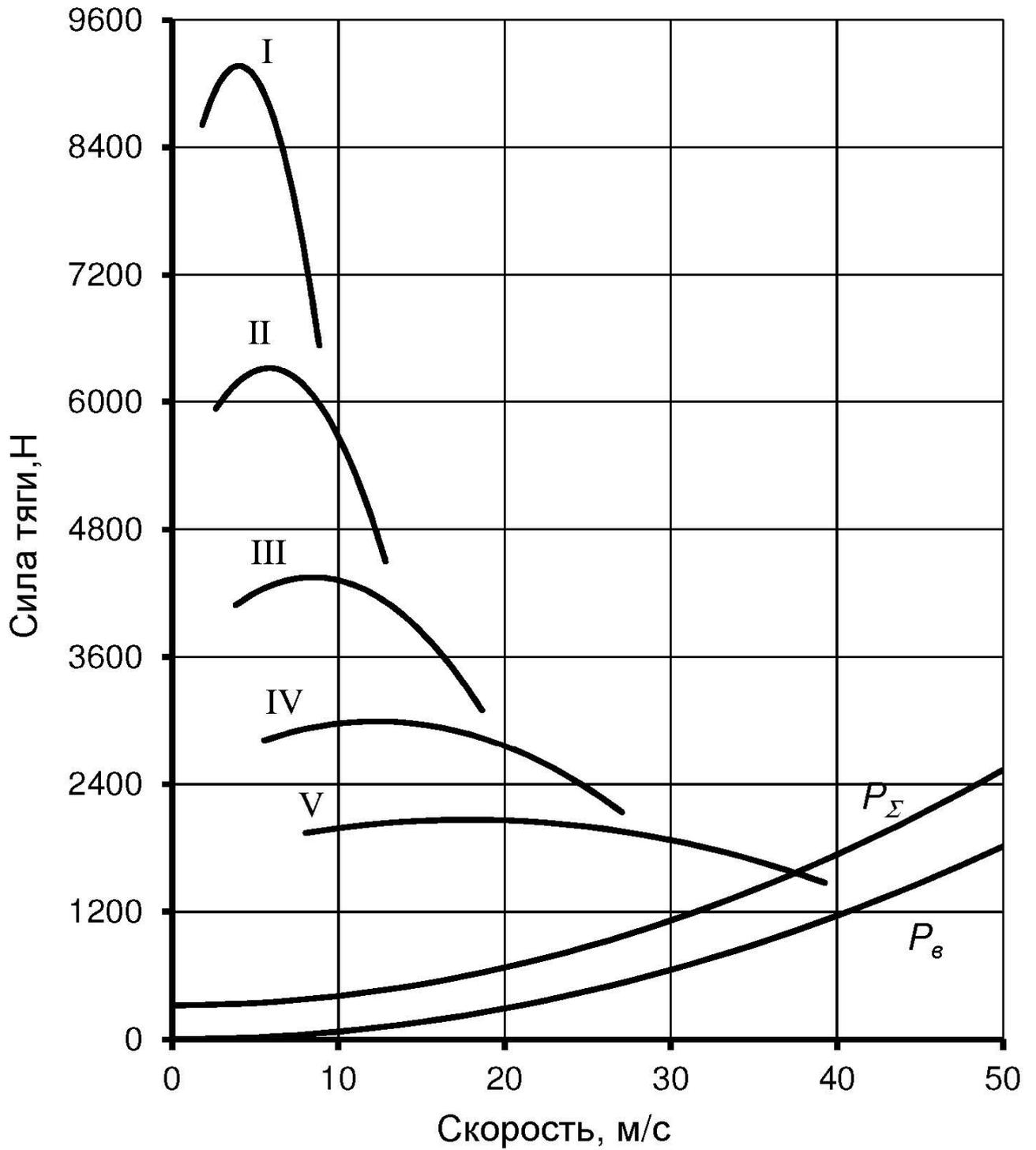


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

### Динамический баланс

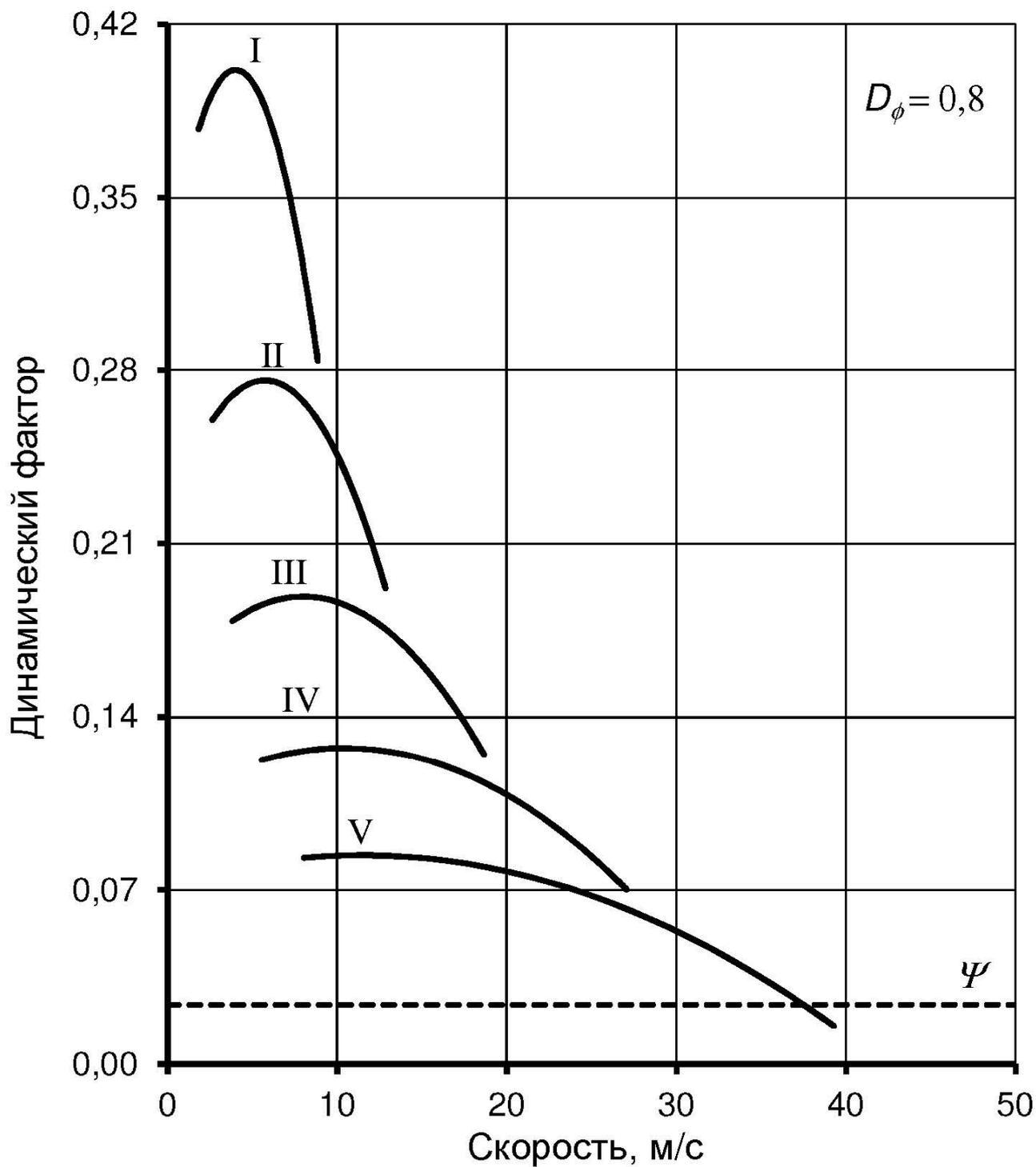


Рисунок А.4 – Динамический баланс

### Ускорения на передачах

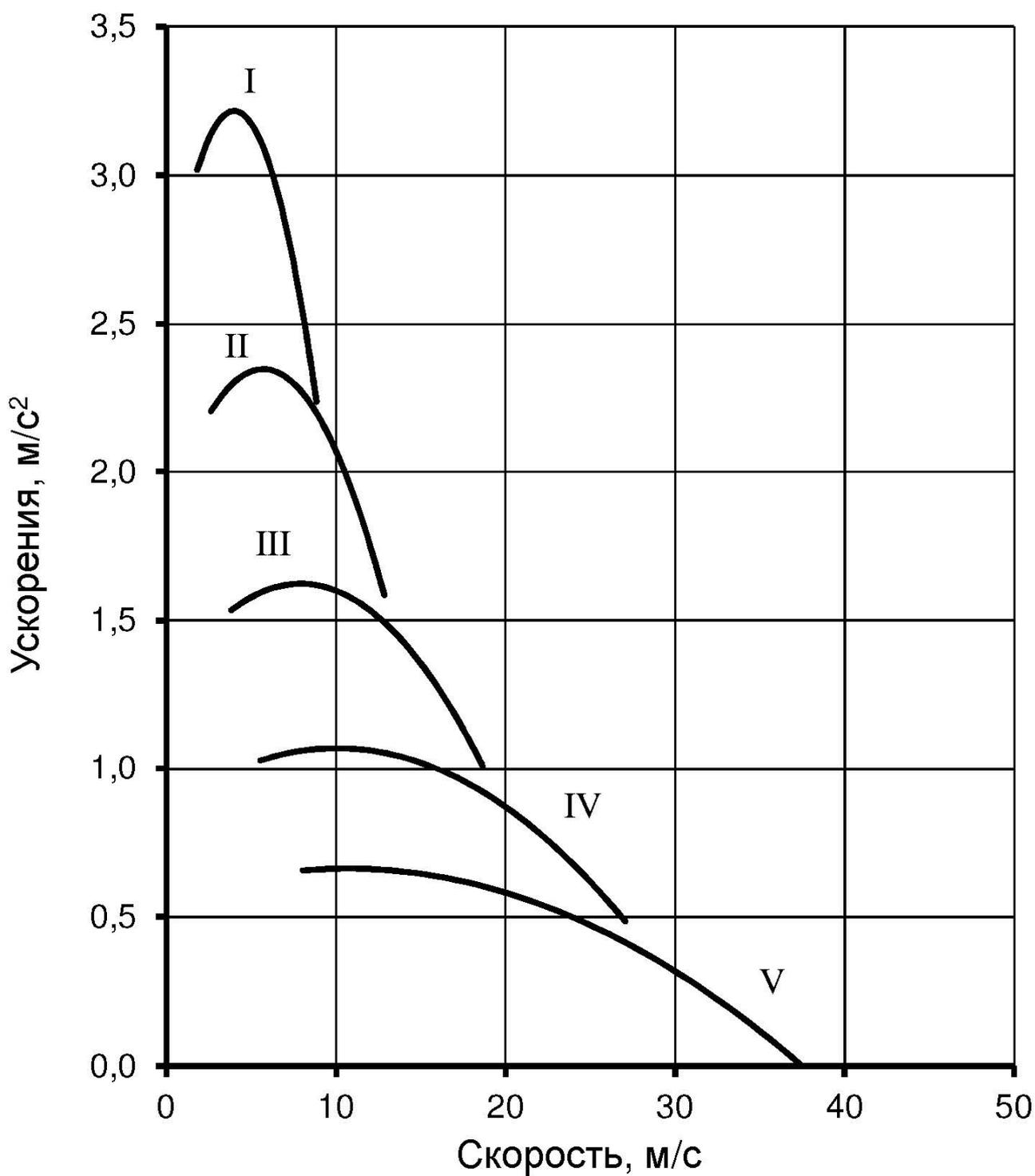


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

### Время разгона

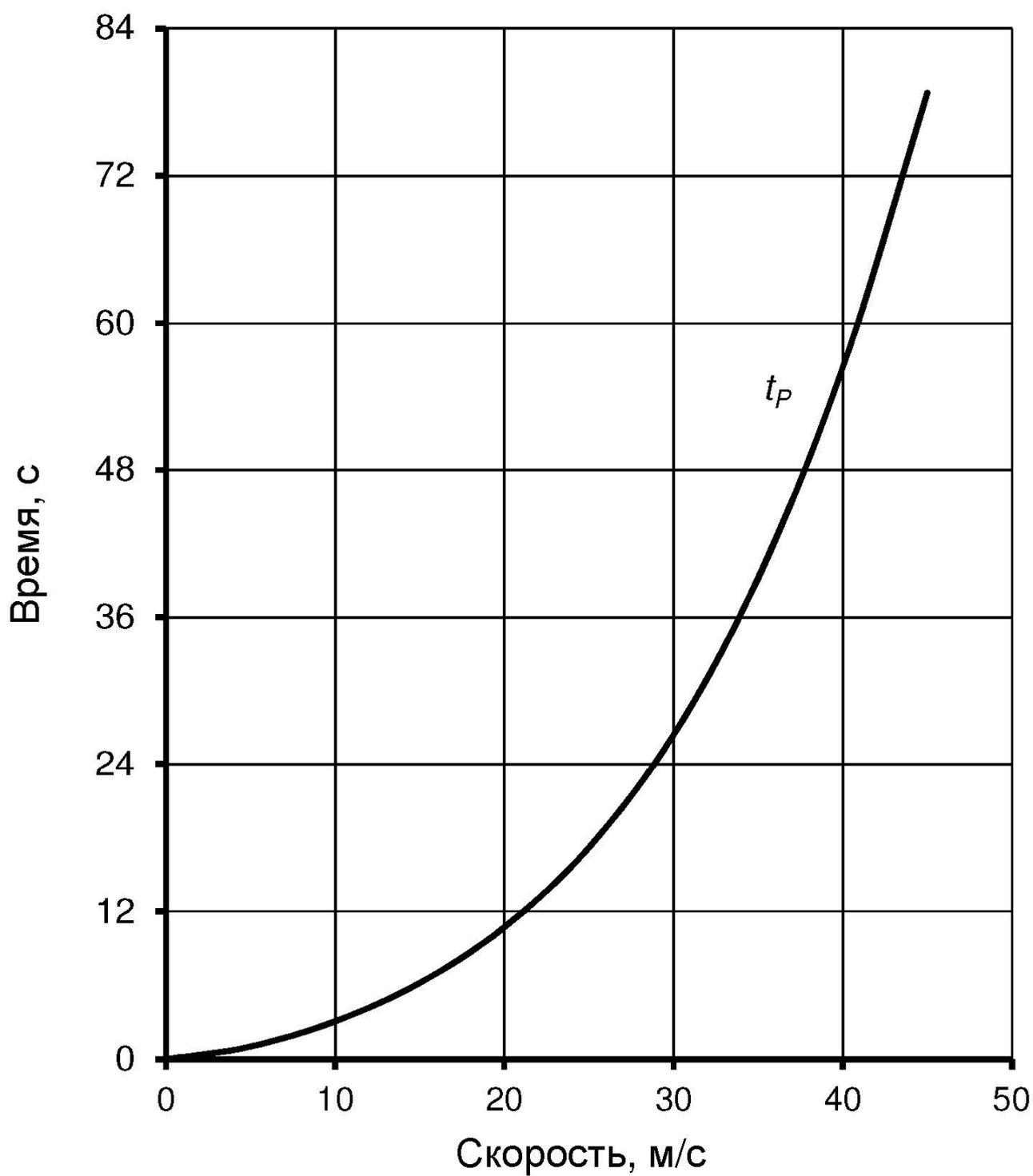


Рисунок А.6 – Время разгона

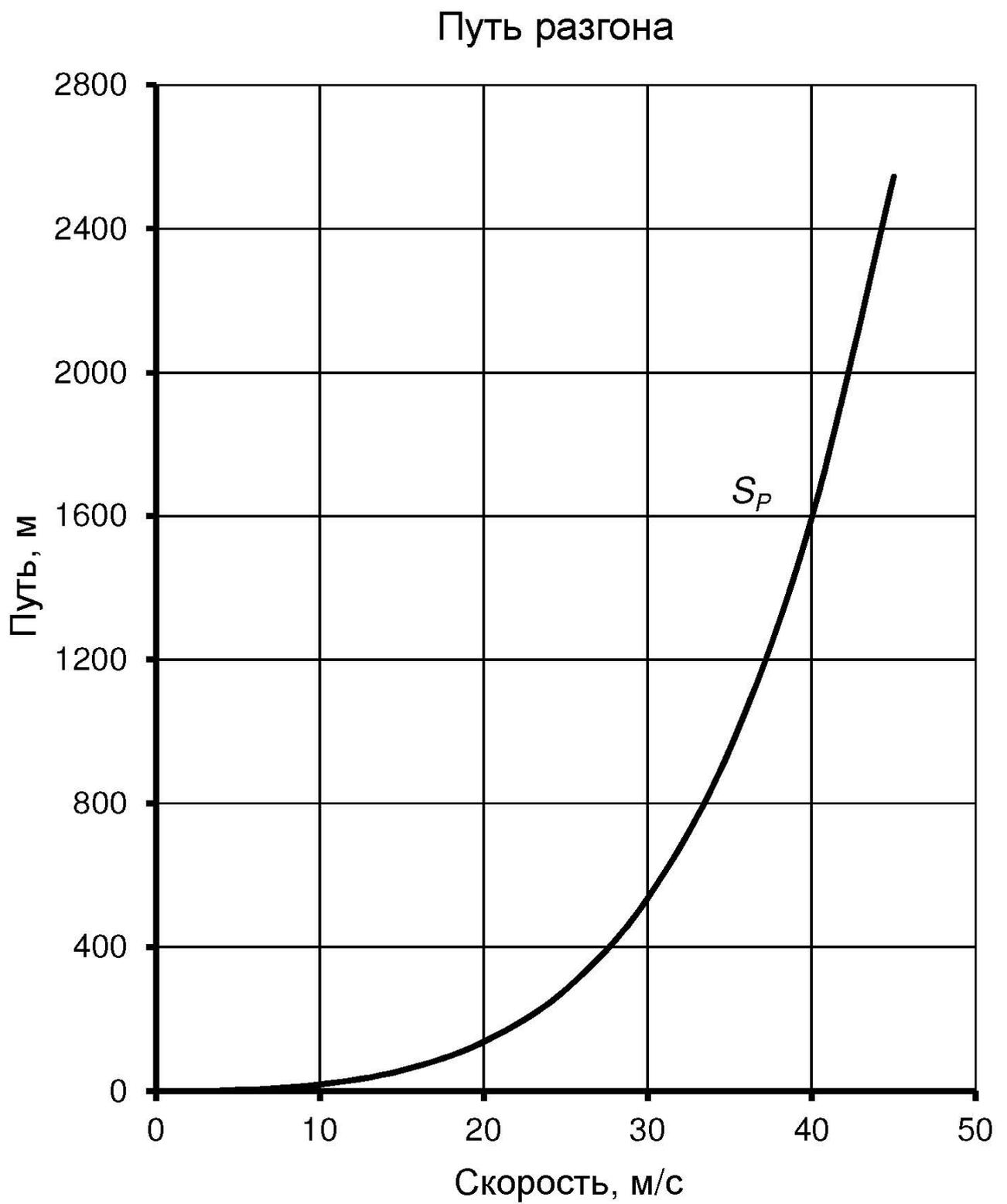


Рисунок А.7 – Путь разгона

### Путевой расход топлива

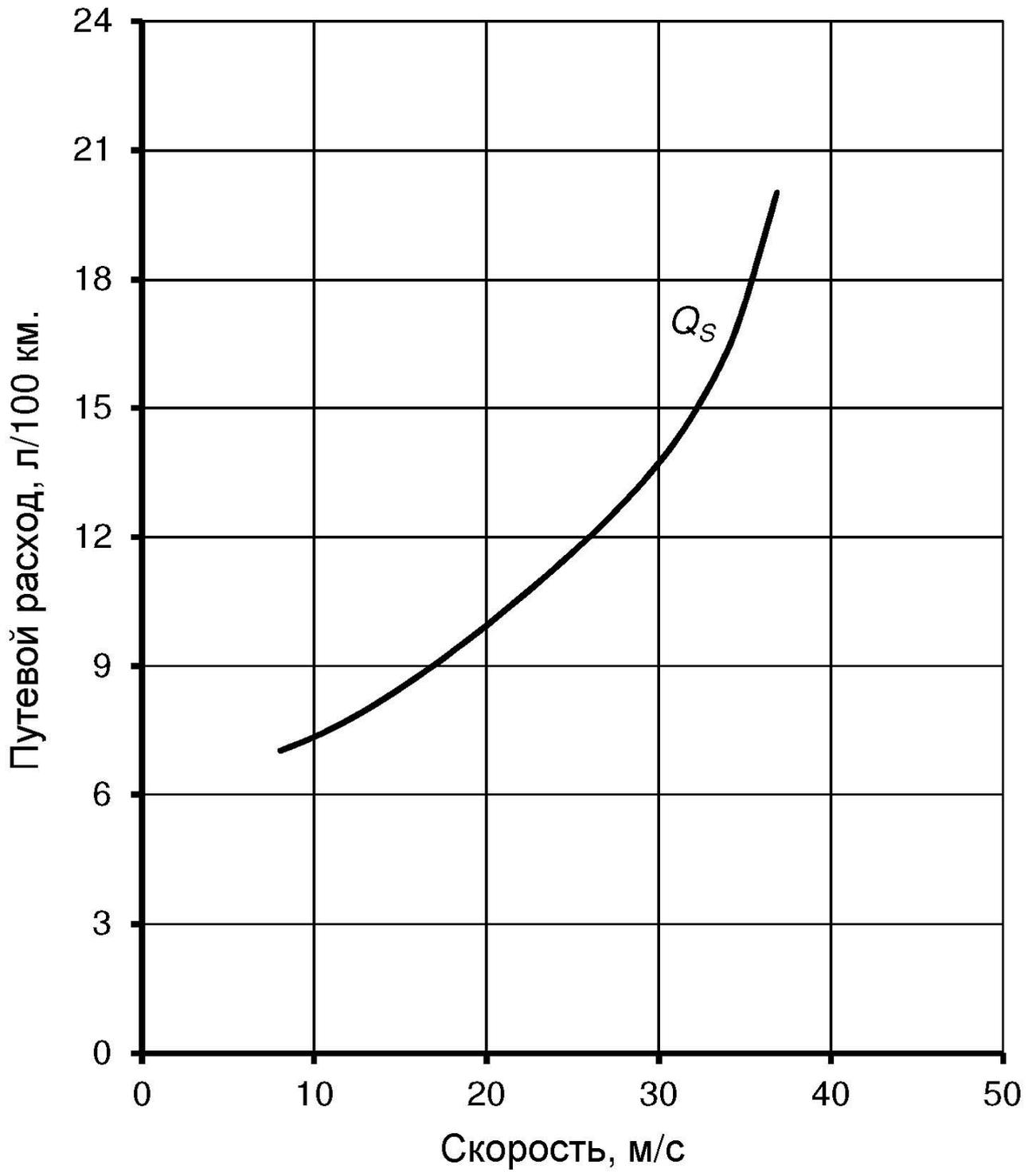


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива





Продолжение Приложения Б

Перв. примен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						<u>Документация</u>			
		A1			24.ДП.01.172.10.01.008 СБ	Сборочный чертеж			
Подп. и дата				1	24.ДП.01.172.10.01.008.001	Труба 30x30x3x1970	5		
				2	24.ДП.01.172.10.01.008.002	Труба 30x30x3x2580	1		
				3	24.ДП.01.172.10.01.008.003	Труба 30x30x3x1060	1		
				4	24.ДП.01.172.10.01.008.004	Труба 30x30x3x660	1		
				5	24.ДП.01.172.10.01.008.005	Труба 30x30x3x424	1		
				6	24.ДП.01.172.10.01.008.006	Труба 30x30x3x364	5		
				7	24.ДП.01.172.10.01.008.007	Труба 30x30x3x310	5		
				8	24.ДП.01.172.10.01.008.008	Труба 30x30x3x602	1		
				9	24.ДП.01.172.10.01.008.009	Труба 30x30x3x676	1		
				10	24.ДП.01.172.10.01.008.010	Труба 30x30x3x559	1		
				11	24.ДП.01.172.10.01.008.011	Труба 30x30x3x243	1		
				12	24.ДП.01.172.10.01.008.012	Труба 30x30x3x350	6		
				13	24.ДП.01.172.10.01.008.013	Труба 30x30x3x816	5		
Подп. и дата		24.ДП.01.172.10.01.008.000.СБ							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Грамов И.С.					Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Бабровский А.В.							1
	Руковод.	Бабровский А.В.					ТГУ, ИМ		
	Н.контр.						гр. АТС-1901а		
	Утв.	Бабровский А.В.							
Копировал						Формат А4			

Продолжение Приложения Б

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			24.ДП.01.172.10.01.006.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
		1	24.ДП.01.172.10.01.006.001	Труба 30x30x3x1970	5	
		2	24.ДП.01.172.10.01.006.002	Труба 30x30x3x2580	1	
		3	24.ДП.01.172.10.01.006.003	Труба 30x30x3x1060	1	
		4	24.ДП.01.172.10.01.006.004	Труба 30x30x3x816	5	
		5	24.ДП.01.172.10.01.006.005	Труба 30x30x3x400	5	
		6	24.ДП.01.172.10.01.006.006	Труба 30x30x3x570	5	
		7	24.ДП.01.172.10.01.006.007	Труба 30x30x3x380	1	
		8	24.ДП.01.172.10.01.006.008	Труба 30x30x3x602	1	
		9	24.ДП.01.172.10.01.006.009	Труба 30x30x3x676	1	
		10	24.ДП.01.172.10.01.006.010	Труба 30x30x3x559	1	
		11	24.ДП.01.172.10.01.006.011	Труба 30x30x3x365	5	
		12	24.ДП.01.172.10.01.006.012	Труба 30x30x3x350	6	
		13	24.ДП.01.172.10.01.006.013	Труба 30x30x3x243	1	
		14	24.ДП.01.172.10.01.006.014	Труба 30x30x3x424	1	
<b>24.ДП.01.172.10.01.006.000.СБ</b>						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Грамов И.С.				
Проб.		Бабровский А.В.				
Руковод.		Бабровский А.В.				
Н.контр.						
Утв.		Бабровский А.В.				
				Каркас доковины правый в сборе		Лит. Лист Листов 1
				ТГУ, ИМ гр. АТС-1901а		
				Копировал		Формат А4

Продолжение Приложения Б

		Формат	Зача	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Перв. примен.						<u>Документация</u>					
	A1				24.ДП.01.172.10.01001 СБ	Сборочный чертеж					
Справ. №						<u>Детали</u>					
			1		24.ДП.01.172.10.01001	Труба 30x30x3x1650	6				
			2		24.ДП.01.172.10.01002	Труба 30x30x3x1126	1				
			3		24.ДП.01.172.10.01003	Труба 30x30x3x424	2				
			4		24.ДП.01.172.10.01004	Труба 30x30x3x1060	2				
			5		24.ДП.01.172.10.01005	Труба 30x30x3x816	2				
			6		24.ДП.01.172.10.01006	Труба 30x30x3x364	4				
			7		24.ДП.01.172.10.01007	Труба 30x30x3x200	4				
			8		24.ДП.01.172.10.01008	Труба 30x30x3x340	4				
			9		24.ДП.01.172.10.01009	Труба 30x30x3x400	4				
		10		24.ДП.01.172.10.01010	Труба 30x30x3x393	4					
Подп. и дата											
Инв. № докум.											
Взам. инв. №											
Подп. и дата											
Инв. № подл.											
					24.ДП.01.172.10.01001						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Каркас пола в сборе		Лит.	Лист	Листов	
	Разраб.		Громов И.С.								1
	Проб.		Бобровский АВ					ТГУ, ИМ, гр. АТс-1901а			
	Руковод.		Бобровский АВ								
	Н.контр.										
	Утв.		Бобровский АВ								
					Копировал			Формат А4			

Продолжение Приложения Б

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<u>Документация</u>		
	A1		24.ДП.01.172.10.01.007 СБ			
Справ. №				<u>Детали</u>		
		1	24.ДП.01.172.10.01.007.001	Труба 30x30x3x1970	4	
		2	24.ДП.01.172.10.01.007.002	Труба 30x30x3x1710	2	
		3	24.ДП.01.172.10.01.007.003	Труба 30x30x3x530	12	
		4	24.ДП.01.172.10.01.007.004	Труба 30x30x3x350	4	
Подп. и дата						
Инд. № ауд.						
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
			<b>24.ДП.01.172.10.01.007.000.СБ</b>			
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Инд. № подл.	Разраб.		Громов И.С.			
	Проб.		Бабровский А.В.			
	Руковод.		Бабровский А.В.			
	Н.контр.					
	Утв.		Бабровский А.В.			
				Каркас задней стенки в сборе		
				Лит.	Лист	Листов
						1
			ТГУ, ИМ гр. АТС-1901а			

Копировал

Формат А4