

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 Модернизация механизма откидывания спинки переднего сиденья
автомобиля LADA NIVA Legend

Студент

И.С. Петров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент М.В. Прокопьев

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

Консультанты

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

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

доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярова

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

Тольятти 2022

Аннотация

В выпускной квалификационной работе на тему «Модернизация механизма откидывания спинки переднего сиденья автомобиля LADA NIVA Legend» представлена разработка конструкции механизма для доступа на задний ряд, входящий в состав передних сидений. В расчетно-пояснительной записке и комплектах чертежей приведены результаты данной работы.

В процессе разработки проекта были изучены аналогичные предложения различных автопроизводителей, подробно описано назначение сидений, а также исследованы тенденции развития данного узла в автомобилестроении. Для проектирования конкурентноспособного и надежного изделия были подобраны подходящие материалы для производства и проведена оценка конструкции на соответствие требованиям безопасности, предъявляемым к сиденьям 1 ряда.

Выполнена оценка безопасности объекта дипломного проектирования. Рассмотрены все аспекты безопасности водителя и пассажира в автомобиле, изучена эффективность систем активной и пассивной безопасности, а также роль сидений в обеспечении корректной работы этих систем.

Экономический раздел включает в себя оценку себестоимости изделия до и после модификаций и целесообразность внедрения данного технического решения в массовое производство. Расчет сроков окупаемости проектов и возможную прибыль.

Abstract

In the final qualifying work on the topic "Modernization of the mechanism for reclining the backrest of the front seat of the car LADA NIVA Legend" it is proposed to develop the design of a mechanism for access to the rear row, which is part of the front seats. In the calculation and explanatory note and sets of drawings show the results of this work.

In the process of developing the project, similar proposals from various automakers were studied, the purpose of the seats was described in detail, and the trends in the development of this unit in the automotive industry were investigated.

To design a competitive and reliable product, suitable materials for production were selected and the design was evaluated for compliance with the safety requirements for first-row seats.

The safety assessment of the object of diploma design was carried out. All aspects of the safety of the driver and passenger in the car are considered, the effectiveness of active and passive safety systems, as well as the role of seats in ensuring the correct operation of these systems, are studied.

The economic section includes an assessment of the cost price of the product before and after modifications and the feasibility of introducing this technical solution into mass production. Calculation of payback periods of projects and possible profit.

Содержание

Введение	6
Глава 1 Состояние вопроса	8
1.1 Назначение сидений	8
1.2 Требования, предъявляемые к конструкции сидений.....	10
1.3 Обзор и тенденции развития конструкции сидений	14
1.4 Обоснование и выбор технического решения.....	20
Глава 2 Конструкторская часть	25
2.1 Расчет тягово – динамических характеристик автомобиля.....	25
2.2 Оценка геометрии на соответствие ЕЭК ООН № 17	47
2.3 Расчет усилия на рукоятке механизма откидывания спинки	50
2.4 Расчет параметров подголовника.....	53
Глава 3 Технологический раздел.....	59
3.1 Выбор и обоснование сборочного процесса сиденья	59
3.2 Операционные карты	61
3.3 Определение трудоемкости операций сборки.....	63
3.4 Определение типа производства	63
Глава 4 Охрана труда и безопасность объекта дипломного проектирования .	64
4.1 Аспекты безопасности водителя и пассажиров для городского автомобиля.....	64
4.2 Проверка эффективности системы пассивной безопасности	69
4.3 Краш-тест автомобиля.....	72
Глава 5 Техничко-экономическая оценка модернизируемого сиденья	74
5.1 Анализ и определение затрат на модернизацию и внедрение механизма откидывания спинки переднего сиденья	75

5.2 Оценка эффективности инвестиционного проекта.....	83
5.3 Анализ коммерческой эффективности модернизации	85
Заключение	97
Список используемой литературы и используемых источников	98
Приложение А Графики тягово-динамического расчета	101
Приложение Б Спецификации.....	110

Введение

В том, что современный автомобиль – это совокупность огромной инженерной работы и лучших технических решений, не вызывает сомнений. Чаще всего принято оценивать транспортное средство по таким параметрам, как мощность, объем двигателя и подобным характеристикам.

К счастью, последнее время покупатели все чаще задумываются и о пассивной безопасности. Но многие ли из них знают, что сиденье имеет не менее важную роль, чем, например, подушка безопасности в руле?

Современные сиденья – это сложная техническая система, которая обеспечивает водителю и пассажирам не только комфорт, но и безопасность. На мой взгляд, сиденья одна из самых недооцененных частей автомобиля. Как правило, сначала оценивают их внешний вид, потом удобство посадки, комфорт. Потребитель редко представляет, насколько сложно устроена конструкция автомобильных сидений и какую значительную роль играет комфортное положение водителя за рулем.

Так как любой автопроизводитель стремится к повышению качества, выпускаемой продукции и снижению ее себестоимости, актуальность поиска новых технических решений никогда не снизится. Комплект сидений достаточно дорогостоящий компонент, требующий высокого качества, надежности и долговечности. В данной работе выбрана тема по модернизации механизма откидывания спинки переднего сиденья. В 3 дверной версии автомобиля LADA NIVA Legend есть необходимость доступа на задний ряд сидений через переднюю дверь.

Отечественный производитель выпускал не так много авто с типом кузова купе и поэтому за всю историю производства, не обновил принципы работы системы откидывания, которые были спроектированы ещё к началу выпуска семейства. Несмотря на распространенное мнение о том, что у «нивы» нет будущего, этот автомобиль до сих пор имеет немалую долю рынка и

продолжает выпускаться с 1977 года. Высокие свойства по проходимости, надежность, компактность – вот лишь несколько серьёзных преимуществ этого транспортного средства. Но прогресс не стоит на месте, законодательные требования ужесточаются и даже такой успешный проект волжского автозавода нуждается в модернизации и применении современных решений в области инжиниринга.

В последние годы еще и государство заботится о повышении безопасности на дороге. Поэтому в России применяются требования европейского технического регламента. В наиболее известным можно отнести обязательства автопроизводителей продавать автомобили с системой АБС или обязательное требование по наличию системы глонасс. В данной работе необходимо учитывать все входящие обязательные характеристики, а также потребительские ожидания клиента.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение сидений

Первые сиденья появились одновременно с выпуском первых транспортных средств. Изначально, они представляли собой незамысловатые мягкие диваны и интерьер автомобиля больше напоминал комнату дома. В то время мало задумывались об эргономике и функциональности. Такие сиденья имели минимальный набор регулировок, либо были полностью фиксированными без возможности настройки положения под параметры пользователя. В США до сих пор некоторые автомобили оснащаются такого рода передними диванами. Если машина оборудована автоматической коробкой передач и рычаг переключения расположен около руля, то можно использовать свободное пространство и установить нераздельный передний ряд. Среди серьезных преимуществ такого сиденья – возможность разложить его для создания спального места (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пример нераздельного переднего сиденья

Позже, в автомобильную индустрию пришла мода на отдельные передние сиденья. Это позволило значительно повысить комфорт и эргономичность. С развитием массового производства, инженеры стали задумываться и о возможности создать посадочное место максимально широко охватывающее население. Так стали появляться и первые возможности регулировки. Сейчас уже сложно представить сиденье, не имеющее возможности продольного перемещения или настройки угла наклона спинки.

Задние сиденья устроены гораздо проще передних. Они представляют собой диван и, как правило, рассчитаны для посадки трех, реже двух, пассажиров. Только в 20-е годы прошлого века инженеры начали задумываться и о возможных модификациях заднего ряда. Сейчас можно встретить сиденья с разделением 40% и 60%, для частичной раскладки. Более современные модели автомобилей имеют регулировки задних сидений аналогичные передним, а некоторые и совершенно отдельные посадочные места (рисунок 2).



Рисунок 2 - Задний ряд сидений автомобиля Mercedes-Benz

В целом, назначение сидений всегда было одно – размещение водителя и пассажиров. С развитием технологий производства и накоплением опыта этот элемент интерьера стал занимать одну из важнейших позиций в обеспечении не только комфорта, но и формировании стиля интерьера, активной и пассивной безопасности, а также сочетании различных функций и потребительских свойств.

1.2 Требования, предъявляемые к конструкции сидений

Сиденье является сложным изделием и должно отвечать огромному количеству различных требований. При разработке конструкции важно учитывать не только ожидания клиента и современные тенденции на рынке, но и обязательные требования, такие как технический регламент. Основными правилами при проектировании являются правила ЕЭК ООН №17. «Правила распространяются на транспортные средства в отношении прочности сидений, их креплений и подголовники, также применяются в отношении конструкций задних частей спинок сидений и устройств, предназначенных для защиты находящихся на них лиц от опасности, которая может возникнуть в результате смещения багажа при лобовом столкновении транспортных средств.» [1] Невыполнение данных требований грозит отказом для получения одобрения типа транспортного средства у сертифицирующего органа.

Также, обязательным требованием для проектирования сидений является схема вместимости автомобиля. Этот документ является основой для создания стилевого решения, то есть формы будущих посадочных мест и как следствие каркаса. В нем учитывается обзор водителя, положения ног для возможности управления. Этот документ дает первые входящие данные для начала разработки – положение точки R.

Точка R определяется автопроизводителем и является условной точкой, которая соответствует центру вращения бедра относительно туловища. Задается в трехмерной системе координат автомобиля (рисунок 3).

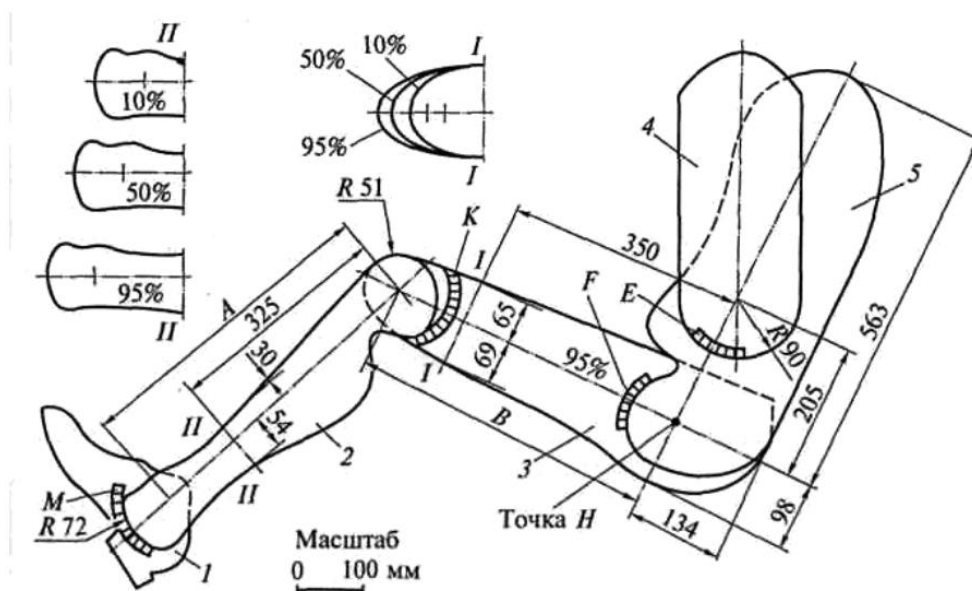


Рисунок 3 - Двухмерный манекен для компоновки посадки водителя и пассажиров: 1 – стопа; 2 – голень; 3 – тазобедренная часть; 4 – вспомогательный элемент; 5 – торс

При проектировании необходимо учесть окружение, оценить возможность использования всех функций сидений, удобство их использования. При проектировании абсолютно нового сиденья и кузова автомобиля, нужно продумать возможность крепления к полу и учесть контрольные точки ремней безопасности. [3]

К компонентам, входящим в состав сидений, тоже применяются специальные требования. Например, материалы набивки и обивки должны обладать определенной степенью воспламеняемости и малой скоростью горения. Детали из пластика при попадании в зону возможного касания головы пассажира, находящегося сзади, не должны образовывать острые кромки.

В данной работе предлагается модификация системы откидывания спинки для доступа пассажиров на задний ряд сидений, поэтому параметры точки R, точек крепления сидений, габаритные размеры и существующие диапазоны перемещения остаются неизменными. Для проверок технического предложения необходимо руководствоваться следующими пунктами ЕЭК ООН №17:

- «Системы регулирования перемещения должны быть оснащены автоматической системой фиксирования. При этом оборудование системами фиксирования подголовников и других устройств, устанавливаемых для обеспечения комфорта, не допускается, так как их наличие может увеличивать опасность для пользователя транспортным средством при столкновении транспортных средств;
- Рычаг для ручного разблокирования системы перемещения должен быть расположен на верхней части сиденья, расположенного рядом с дверью, быть легкодоступным для пассажира, занимающего сиденье, расположенное непосредственно за указанным сиденьем;
- Части задних сторон сидений, расположенные в зоне 1 подвергают испытанию на поглощение энергии;
- На поверхностях задних частей сидений не должно быть неровностей и острых выступов, которые могут быть опасными для пользователя транспортным средством. Это требование считают выполненным, если поверхности задних частей сидений имеют радиус закругления не менее:
 - а) 2,5 мм - в зоне 1;
 - б) 5 мм - в зоне 2;
 - в) 3,2 мм - в зоне 3.
- После испытаний устройства системы перемещения, предназначенные для обеспечения доступа для водителей и пассажиров, должны оставаться зафиксированными; необходимо, чтобы эти устройства можно было разблокировать по крайней мере один раз для

перемещения сиденья или его части. При этом другие устройства систем перемещения и регулирования и соответствующие устройства их фиксации могут находиться в нерабочем состоянии.» [1]

Для решения о необходимости проведения тестов на энергоемкость, в последующей части работы необходимо определить в какой зоне будет расположен привод системы откидывания спинки. Эти испытания проводятся для задних частей сидений, расположенных в определенных зонах и к которым может прикоснуться модель головы диаметром 165 мм.

«Зона 1:

- Для отдельных сидений без подголовников зона 1 расположена между вертикальными продольными плоскостями спинки сиденья на расстоянии 100 мм по обе стороны от средней продольной плоскости сиденья над плоскостью, перпендикулярной к исходной линии, на расстоянии 100 мм от спинки;
- Для многоместных сидений без подголовников зона 1 расположена между вертикальными продольными плоскостями спинки сиденья на расстоянии 100 мм по обе стороны от средней продольной плоскости, определенной изготовителем для каждого из предусмотренных крайних посадочных мест, над плоскостью, перпендикулярной к исходной линии, на расстоянии 100 мм от спинки сиденья;
- Для одноместных и многоместных сидений с подголовниками зона 1 расположена между вертикальными продольными плоскостями на расстоянии 70 мм по обе стороны от средней продольной плоскости сиденья или посадочного места над плоскостью, перпендикулярной к исходной линии на расстоянии 635 мм над точкой R.

Зона 2

- Для одноместных и многоместных сидений без подголовников или со съемными или отдельными подголовниками зона 2 расположена

выше плоскости, перпендикулярной к исходной линии, на расстоянии 100 мм от верхней части спинки, за исключением поверхности, относящейся к зоне 1;

- Для одноместных и многоместных сидений со встроенными подголовниками зона 2 расположена выше плоскости, перпендикулярной к исходной линии, на расстоянии 440 мм от точки R сиденья или посадочного места, за исключением поверхности, относящейся к зоне 1;

Зона 3

- Для одноместного или многоместного сиденья зона 3 расположена над горизонтальными плоскостями, проходящими через нижнюю точку R каждого ряда, за исключением поверхностей, относящихся к зонам 1 и 2.» [1]

1.3 Обзор и тенденции развития конструкции сидений

Как уже было отмечено ранее, развитие сидений началось с мебельных технологий. В настоящее время уже есть достаточно исследований в области эргономики и пассивной безопасности. Автопроизводители стремятся сделать сиденье не только отвечающим всем требованиям регламента, но и удобным для максимальной целевой аудитории.

Основными составляющими, на которые можно условно поделить такое сложное изделие – это каркас, набивка, обивка (рисунок 4).

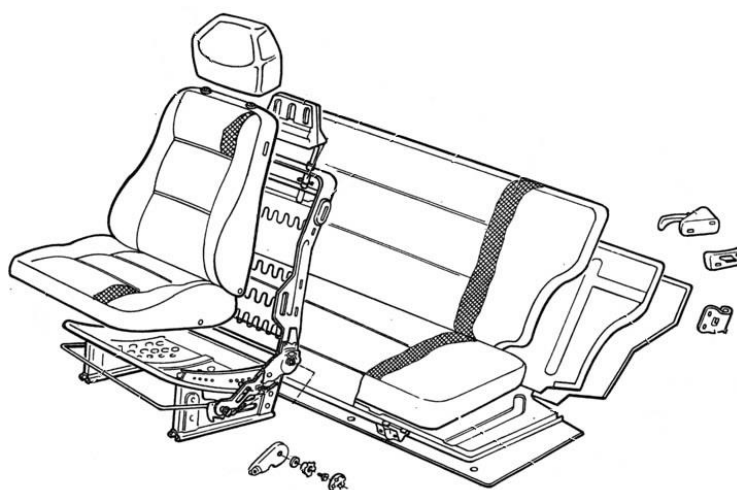


Рисунок 4 – Пример устройства автомобильных сидений

Каркас - основа сиденья. Он должен быть прочным, надежным и, по возможности, лёгким. В какой-то мере и он определяет положение точки Н, поэтому важно спроектировать его таким образом, чтобы посадка была не только комфортной, но и правильной. Чаще всего каркасы выполнены из штампованных стальных частей, профилей, труб, которые в последствии соединяются между собой сваркой. В такой конструкции может быть предусмотрена возможность крепления S-образных пружин, что влияет на упругую характеристику сиденья. Цельноштампованные каркасы постепенно уходят в прошлое, потому что требуется большая толщина набивки для удобства, и масса таких сидений, сильно превышает изделия с использованием проволоки. Среди последних тенденций для снижения веса конструкции – использование элементов из вспененного полипропилена для заполнения деталей каркаса.

Каркасы задних сидений немного отличаются от передних. Подушка, как правило расположена на крышке бензобака и повторяет ее форму для более плотного прилегания. Подушки задних сидений, как и спинки могут быть цельными или раздельными в соотношении 40% + 60%. В каркасе важно

предусмотреть возможность фиксации при фронтальном замедлении. Это может быть фиксатор на кузове, как в случае с LADA NIVA, либо жесткое крепление, как часто используют на автомобилях с типом кузова седан.

Каркас спинки заднего сиденья состоит из профилей, труб, проволоки. Среди требований 17 правил – защита пассажиров в случае смещения багажа, поэтому в сравнении с подушкой заднего сиденья всегда более массивная. Наличие подголовников на 2 ряду не является обязательным требованием, поэтому в каркасе опционально может быть предусмотрена возможность крепления подголовника. Среди обязательных требований – наличие ремня безопасности для всех пассажиров в автомобиле, а также крепления ISOFIX.

Ремни безопасности на заднем ряду для боковых пассажиров крепятся, как правило, к стойке автомобиля, как и на переднем ряду сидений. Замки для задних пассажиров прикручены к полу кузова. В случае с 3- дверной NIVA, которая в ОТТС значится, как 4 местный автомобиль, нет необходимости в 3 ремне безопасности. Но чаще автомобили все-таки для размещения 5 человек, включая водителя, а значит и среднего пассажира на заднем сиденье нужно пристегнуть. Есть много вариантов размещения катушки с ремнём, в том числе и с использованием спинки. Например, в LADA LARGUS (рисунок 5) катушка с ремнем безопасности крепится к кузову, а спинка заднего сиденья имеет пластиковую направляющую.



Рисунок 5 – Заднее сиденья автомобиля LADA LARGUS

А вот пример случая, когда катушка крепится внутри каркаса спинки сиденья (рисунок 6).

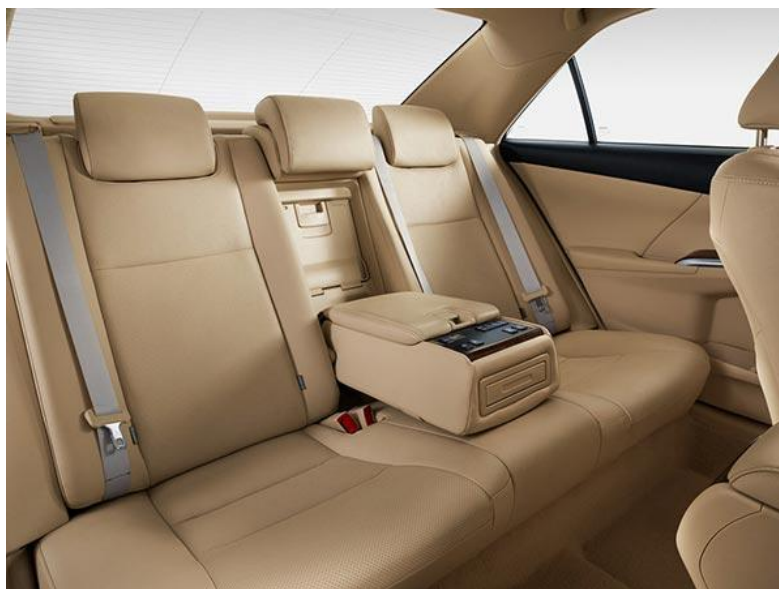


Рисунок 6 – Задний ряд сидений Toyota Camry

При проектировании каркаса требуется сразу учитывать, какие функции и регулировки должны быть предусмотрены. Для задних сидений важен принцип раскладки для увеличения объема багажного отсека. Для российского рынка это немаловажный фактор. В LADA NIVA Legend при необходимости сложить задний ряд, нужно поднять подушку в вертикальное положение, затем расстегнуть фиксаторы спинки и положить ее на пол. Для этого все части сиденья крепятся к кузову шарнирно. Есть варианты, когда подушка остается на месте, а спинка «ложиться» сверху.

В случае с передними сиденьями возможных вариантов трансформации гораздо больше. В легковом личном транспорте уже сложно встретить сиденья, которые не имеют продольного перемещения и регулировки угла наклона спинки. Так же сиденья могут быть оборудованы высотной регулировкой, поясничной поддержкой, настройкой угла подъема подушки и ее вылета. Для составных спинок возможна регулировка угла наклона верхней части спинки. Современные сиденья могут иметь возможность изменять величину боковой поддержки. Например, мультиконтурные сиденья автомобиля Mercedes – Benz позволяют настроить параметры под индивидуальные особенности и требования к комфорту клиента. Для удобства, каркас переднего ряда сидений может предусматривать установку подлокотника, системы вентиляции, обогрева, массажной системы итд.

Следующий важный компонент сиденья – набивка. Так как сиденье является передаточным звеном между пользователем и автомобилем, нужно правильно спроектировать форму и учесть все качественные свойства материала набивки (рисунок 7).



Рисунок 7 – Пример набивки передних сидений из пенополиуретана

Современные автопроизводители, изделия которых рассчитаны на большую целевую аудиторию, проектируют набивки из пеноматериала. Он обладает хорошими упругими свойствами и позволяет использовать более легкую и простую конструкцию каркаса. Для корректного распределения давления и жесткости, можно использовать так называемые «составные набивки». В случае, если необходимо увеличить жесткость боковой поддержки или придать отдельной части сиденья другие свойства, то можно комбинировать детали набивки из ППУ различных составов или вообще использовать другой материал.

Существуют технологии, позволяющие использовать обивку в качестве формы для производства пенолитня, но приоритетным является изготовление пресс-формы. Этот способ позволяет снизить количество брака и стабилизировать индекс воспроизводимости процесса.

В производстве обивок для сидений используют различные материалы: натуральная кожа, кожзамы, ткань. Обивки шьют как из однородных материалов, так и сочетают разные, например, синтетическая ткань и

искусственная кожа. Это больше является дизайнерским решением о применении той или иной ткани, декоративных швов, использовании канта.

Обивка должна быть не только красивой и современной, а еще и достаточно устойчивой к истиранию. Для этого есть специальные методики у производителей ткани, которые позволяют оценить этот параметр. Чаще, обивка выполнена из недорогих синтетических материалов, преимущественно в темных тонах. Синтетика легко чистится, а темный цвет позволяет ткани дольше выглядеть опрятной. Обивка из натуральной кожи используется в дорогих автомобилях и требует очень бережного отношения к таким сиденьям. Сложность еще заключается в том, что сиденья из натуральной кожи должны обладать пористостью или, лучше, вентиляцией, для обеспечения теплоотвода (рисунок 8).



Рисунок 8 – Обивка сидений из натуральной кожи в светлых тонах

1.4 Обоснование и выбор технического решения

После изучения различных форумов и отзывов покупателей LADA NIVA Legend, было выявлено, что достаточно много людей выражают свое недовольство относительно сидений. Большой люфт спинки, выход из строя тросиковой системы откидывания, зацепление рукоятки о ремень

безопасности на стойке – вот лишь несколько причин по которым любители «нивы» давно направляют в адрес автопроизводителя гневные комментарии. Этот автомобиль производится уже 45 лет, давно завоевал свою аудиторию и продолжает составлять немалый процент продаж, именно поэтому в данном проекте предлагается пересмотреть существующий механизм откидывания спинки переднего сиденья для обеспечения доступа пассажиров на задний ряд (рисунок 9).



Рисунок 9 – Переднее сиденье LADA NIVA с тросиковой системой откидывания и рукояткой на боковой части спинки

Во-первых, предлагается перенести рукоятку привода системы откидывания с боковой части спинки на верхнюю. Необходимо учесть, что в случае ДТП пассажиру сзади нужна возможность воспользоваться системой и покинуть автомобиль. Поэтому механизм (рисунок 10) должен быть удобным для использования при посадке в автомобиль, выходе из него, а также быть интуитивно понятным для применения.

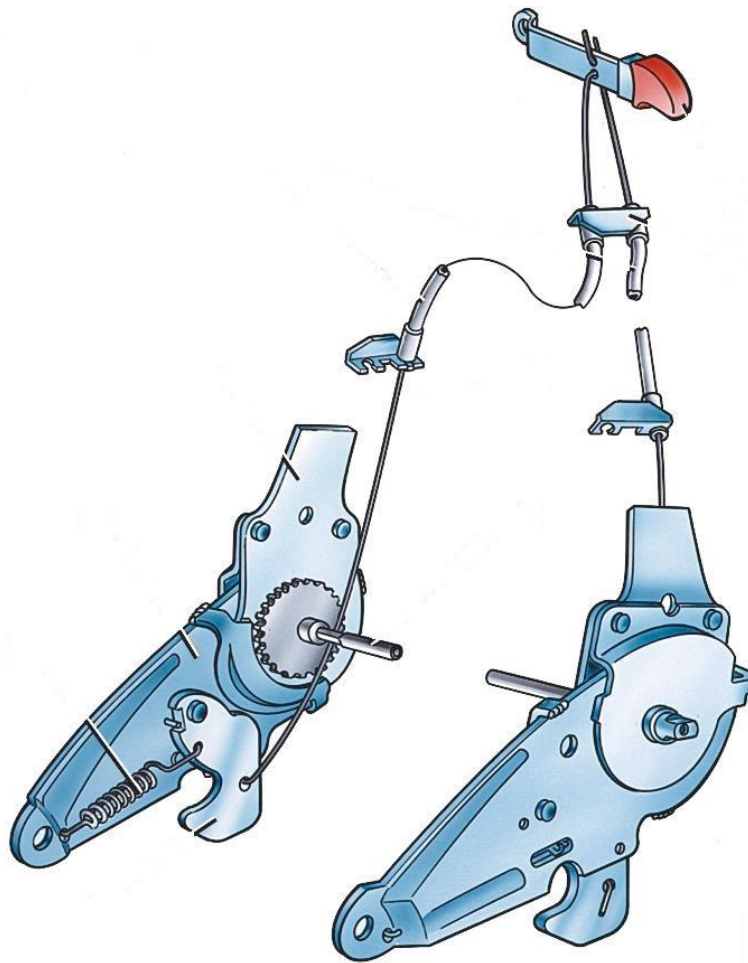


Рисунок 10 – Устройство механизма разблокировки спинки до модификации

В качестве аналога для модификации механизма предлагается рассмотреть решения зарубежных автопроизводителей. Наиболее близким конкурентом среди короткобазных внедорожников можно рассмотреть Suzuki Jimny (рисунок 11).



Рисунок 11 – Интерьер Suzuki Jimny

У этого автомобиля привод откидывания спинки расположен на облицовке подушки переднего сиденья. Подобное решение для LADA NIVA Legend потребует большой объем модификации каркаса и пересмотра общей компоновки интерьера автомобиля. Из-за массивного тоннеля сиденья находятся близко к двери и увеличение наружных облицовок потребует либо уменьшить ширину каркаса, что может отрицательно сказаться на комфорте, либо смещение точки R, а это влияние на все параметры автомобиля, связанные с посадкой водителя. [4]

Среди аналогов сидений с функцией откидывания и приводом на верхней части спинки можно выделить 7 местный Toyota Highlander (рисунок 12).



Рисунок 12 – Интерьер салона Toyota Highlander

На рисунке 12 видно, что 2 ряд сидений оснащен системой откидывания для доступа на 3 ряд. Привод имеет удобный доступ снаружи автомобиля и для задних пассажиров, находящихся в салоне. Такое техническое решение можно применить для действующего каркаса и избежать серьезных модификаций силовых элементов сидений. В конструкторской части проекта необходимо будет рассмотреть возможность крепления привода и оценить безопасность изделия согласно требованиям ЕЭК ООН 17.

2 Конструкторская часть

К конструкции сидений предъявляется большое количество требований, поэтому производители чаще всего имеют свои сертифицированные лаборатории для проведения физических тестов. Среди обязательных испытаний есть проверки на надежность конструкции, долговечности механизмов, износостойкости материалов и т.д. Но помимо физических испытаний необходимо учитывать требования безопасности для последующего получения одобрения типа транспортного средства. Эти проверки начинаются на этапе проектирования каркаса, поэтому в конструкторской части данной работы необходимо рассмотреть предложенное изменение на соответствие требованиям ЕЭК ООН 17.

Потребительские свойства сиденья по некоторым параметрам так же оцениваются на готовых образцах, но тем не менее есть определенные нормы, которые позволяют повысить воспринимаемое качество. Одним из важных критериев являются усилия на органах управления. Так как модификация касается трансформации сиденья, но нужно при проектировании механизма учесть допустимые параметры для повышения потребительских качеств. [5]

2.1 Расчет тягово – динамических характеристик автомобиля

2.1.1 Входные данные

Транспортное средство: LADA NIVA Legend, 4-х местный

Тип транспортного средства: полноприводный легковой 2 класса

Колесная формула транспортного средства: 4 × 4

Количество посадочных мест в автомобиле: $n = 4$ (человек)

Длина ТС: = 3640 мм

Ширина ТС: $B_r = 1680$ мм

Высота ТС: $H_r = 1640$ мм

Масса в снаряженном состоянии ТС: $m_0 = 1285$ кг

Характеристики шин: 185/75 R 16

Коэффициент сопротивления аэродинамический: $C_x = 0,4$

Коэффициент сопротивления качению: $f_0 = 0,012$

Коэффициент уклона, который преодолевается: $\alpha_{\max} = 0,3$

Максимальная развиваемая скорость: $V_{\max} = 142$ км/ч

Максимальная частота вращения коленчатого вала: $\omega_{e \max} = 630$
 с^{-1} (6016 об/мин)

Коэффициент Полезного Действия трансмиссии автомобиля: $\eta_{\text{тр}} = 0,92$

Количество ступеней коробки передач: 5

Расчет параметров момента и мощности силового агрегата автомобиля.

По следующей формуле рассчитаем полную массу автомобиля:

$$m_a = m_0 + m_{\text{ч}} \cdot (n) + m_{\text{б}} \cdot (n), \quad (1)$$

где m_0 – масса автомобиля в снаряженном состоянии;

$m_{\text{ч}}$ – масса человека (принимается 75кг);

$m_{\text{б}}$ – масса груза на каждого человека (принимается 10 кг);

n – количество пассажиров, включая водителя.

$$m_a = 1285 + 75 \cdot 4 + 10 \cdot 4 = 1625 \text{ кг}$$

По следующей формуле определим статистический радиус колеса:

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H, \quad (2)$$

где $d = 16$ – диаметр колеса посадочный в дюймах ($= 0,406$ м)

$\lambda_z = 0,86$ – коэффициент вертикальной деформации, который взаимосвязан с типом резины;

$H/V = 75$ – коэффициент, являющийся соотношением высоты профиля и ширины шины, %

$V = 0,185$ – ширина профиля шины, м

$H = 0,75 \cdot 0,185 = 0,139$ – высота профиля шины, м.

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 0,406 + 0,86 \cdot 0,139 = 0,323 \text{ м}$$

$$r_{\text{ст}} \approx r_{\partial} \approx r_{\kappa} = 0,323 \text{ м}$$

r_{κ} – радиус качения шины.

По следующей формуле определяется коэффициент обтекаемости:

$$k = \frac{(C_x \cdot \rho)}{2}, \quad (3)$$

где C_x - коэффициент сопротивления аэродинамического

$\rho = 1,293$ – плотность воздуха при нормальных условиях.

$$k = \frac{(0,4 \cdot 1,293)}{2} = 0,26$$

По следующей формуле определяется лобовая площадь автомобиля:

$$F = 0,8 \cdot B_r \cdot H_r, \quad (4)$$

$$F = 0,8 \cdot 1,68 \cdot 1,64 = 2,2 \text{ м}^2$$

По следующей формуле определяется коэффициент сопротивления качению, который соответствует максимальной скорости автомобиля:

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V^2}{2000}\right), \quad (5)$$

$$f = 0,012 \cdot \left(1 + \frac{43^2}{2000}\right) = 0,023$$

2.1.2 Расчет внешнескоростной характеристики двигателя автомобиля

В первую очередь, проведем расчет мощности двигателя автомобиля, соответствующий максимальной скорости транспортного средства, используя формулу мощностного баланса. При расчете важно учитывать коэффициент полезного действия трансмиссии.

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} (G_a \cdot \psi_v \cdot V_{max} + \frac{C_x}{2} \cdot \rho \cdot F \cdot V_{max}^3), \quad (6)$$

где ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при V_{max} .

«Для легкового автомобиля коэффициент суммарного дорожного сопротивления принимаем, таким же, как коэффициент качения при максимальной скорости.» [14]

$$\psi_v = f = 0,023$$

$G_a = m_a \cdot g$ – полный вес транспортного средства, Н

$\rho = 1,293$ – плотность воздуха при нормальных условиях (760 мм. рт. ст.)

$$\begin{aligned} N_v &= \frac{1}{0,92} \cdot (1625 \cdot 9,81 \cdot 0,023 \cdot 43 + 0,26 \cdot 2,2 \cdot 43^3) = 66\,466 \text{ Вт} \\ &= 66,47 \text{ кВт} \end{aligned}$$

По следующей формуле в зависимости от типа двигателя определяется максимальная мощность:

$$N_{\max} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (7)$$

где $a = b = c = 1$ – для бензинового двигателя применяются данные коэффициенты.

$\lambda = \omega_V / \omega_N$ – соотношение частот вращения коленчатого вала при V_{\max} и N_{\max} .

Применяем $\lambda = 1,11$

Из этого следует, $\omega_N = \frac{\omega_V}{\lambda} = \frac{630}{1,11} = 568 \text{ с}^{-1}$

$$N_{\max} = \frac{66466}{1 \cdot 1,11 + 1 \cdot 1,11^2 - 1 \cdot 1,11^3} = 68208 \text{ Вт} \approx 68,2 \text{ кВт}$$

В следующих вычислениях используются характеристики ДВС 21214.

$$N_{e \max} = 61 \text{ кВт}$$

$$M_{e \max} = 129 \text{ Нм}$$

$$a = 0,6; b = 1,5; c = 1,21;$$

По следующей формуле вычисляется эффективная мощность двигателя:

$$N_e = N_{\max} \cdot [a \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right) + b \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^3], \quad (8)$$

где ω_e – частота вращения коленчатого вала

N_e – эффективная мощность двигателя, кВт

По следующей формуле вычисляется эффективный момент двигателя:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}, \quad (9)$$

Минимальная частота вращения коленчатого вала: $\omega_{\min} = 100 \text{ с}^{-1}$

Результаты расчетов приведены в таблице 1, а график внешнескоростной характеристики двигателя на рисунке 13 и рисунке А.1.

Таблица 1 – Расчетные величины

$\omega_e, \text{с}^{-1}$	100	153	206	259	312	356	418	471	524	577	630
$N_e,$ кВт	10	17	24	32	40	47	53	58	61	61	59
$M_e,$ Нм	100	110	119	125	128	129	127	123	116	106	94

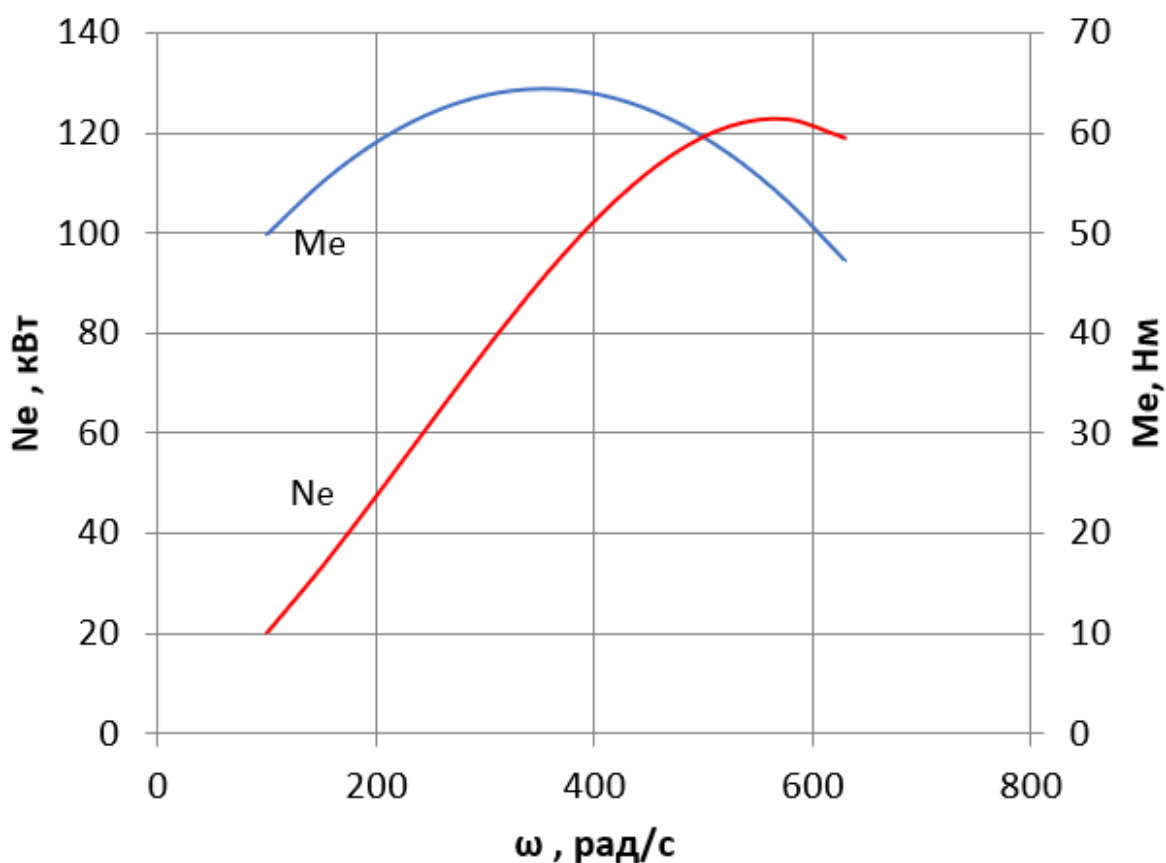


Рисунок 13 – графики ВСХ ДВС 21214

2.1.3 Расчет трансмиссионных передаточных чисел

На автомобиле LADA NIVA Legend устанавливается коробка передач 21074. Для дальнейших расчетов принимаем соответствующие передаточные числа:

$U_{гп} = 3,900$ – для главной передачи;

$U_I = 3,667$ – для первой передачи;

$U_{II} = 2,100$ – для второй передачи;

$U_{III} = 1,361$ – для третьей передачи;

$U_{IV} = 1,000$ – для четвертой передачи;

$U_V = 0,801$ – для пятой передачи;

$U_{зх}=3,530$ – для передачи заднего хода;

$U_{пв}=1,2$; $U_{пн}=2,135$ – для раздаточной коробки.

С помощью данных рассчитаем значения скоростей на разных передачах выбранного транспортного средства:

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_6}{U_0 \cdot U_k \cdot U_{пв}}, \quad (10)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 2, на рисунке 14 и рисунке А.2.

Таблица 2 – Расчет скоростей транспортного средства

n, об/мин	n, с ⁻¹	Скорость для каждой передачи, м/с				
		I	II	III	IV	V
955	100	1,88	3,28	5,06	6,89	8,60
1461	153	2,88	5,02	7,75	10,54	13,2
1967	206	3,87	6,76	10,4	14,2	17,7
2473	259	4,87	8,50	13,1	17,8	22,3
2979	312	5,86	10,2	15,8	21,5	26,8
3479	365	6,86	12,0	18,5	25,2	31,4
3996	418	7,86	13,7	21,2	28,8	36,0
4498	471	8,85	15,5	23,8	32,5	40,5
5004	524	9,85	17,2	26,5	36,1	45,1
5510	577	10,8	18,9	29,2	39,8	49,6
6016	630	11,8	20,7	31,9	43,4	54,2

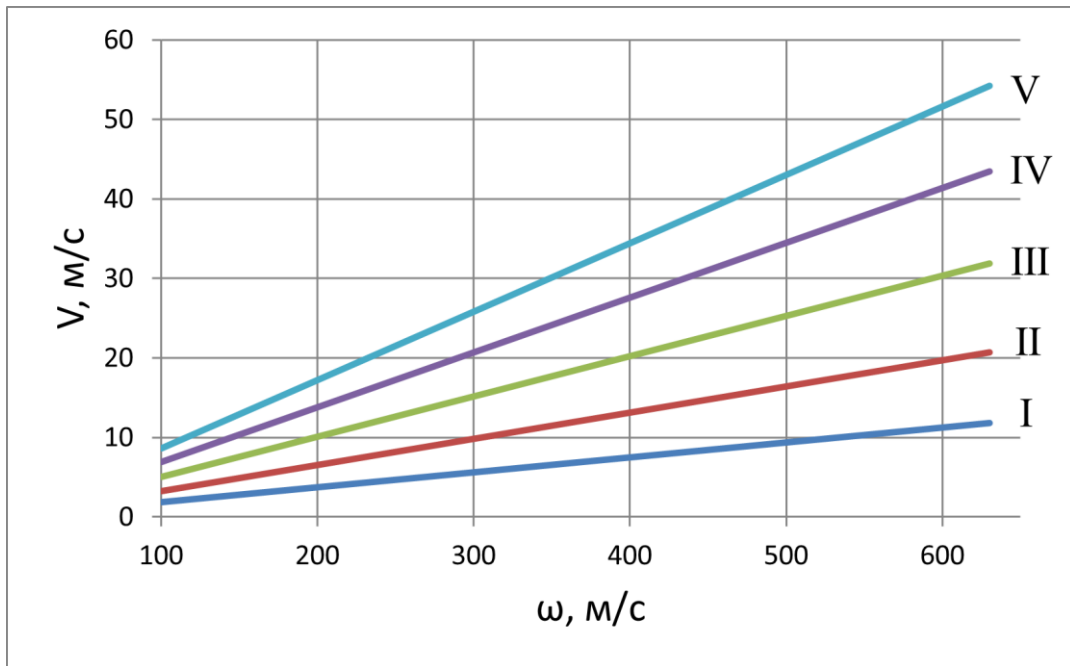


Рисунок 14 - Скорости на разных передачах

2.1.4 Расчет тяговой динамики автомобиля

Определим тяговый баланс транспортного средства (рисунок 15, рисунке А.3):

Учитывая скорость автомобиля, рассчитаем тяговую силу на ведущих колесах на каждой передаче:

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{тр}}{r_k}, \quad (11)$$

Для определения силы сопротивления воздуху, которая создается при движении автомобиля, воспользуемся формулой:

$$P_B = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2, \quad (12)$$

Сила сопротивления качению транспортного средства рассчитывается по формуле:

$$P_D = G_a \cdot \psi, \quad (13)$$

где $\psi = f$

Суммарная сила сопротивления движению ТС:

$$P_{\Sigma} = P_B + P_D, \quad (14)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 3-4.

Таблица 3 – Расчеты сил сопротивления

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н					Сила сопротивления на V передаче, Н		
	I	II	III	IV	V	P_B	P_D	P_{Σ}
955	4874	2791	1809	1329	1065	42,2	198	241
1461	5407	3097	2007	1475	1181	98,8	208	307
1967	5816	3331	2159	1586	1270	179,1	221	400
2473	6101	3494	2264	1664	1333	283,0	239	522
2979	6262	3586	2324	1708	1368	410,7	260	671
3479	6299	3607	2338	1718	1376	562,1	286	848
3996	6211	3557	2305	1694	1357	737,2	315	1052
4498	5999	3436	2227	1636	1310	936,0	348	1284
5004	5664	3243	2102	1544	1237	1158,5	386	1544
5510	5204	2980	1931	1419	1137	1404,7	427	1832
6016	4620	2646	1715	1260	1009	1674,6	472	2147

Таблица 4 – Расчеты сил сопротивления

I		II		III		IV		V	
V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B
1,9	2,0	3,3	6,1	5,1	14,6	6,9	27,1	8,6	42,2
2,9	4,7	5,0	14,4	7,8	34,2	10,5	63,4	13,2	98,8
3,9	8,5	6,8	26,0	10,4	62,0	14,2	115	17,7	179
4,9	13,5	8,5	41,2	13,1	98	17,8	182	22,3	283
5,9	19,6	10,2	59,8	15,8	142	21,5	264	26,8	411
6,9	26,8	12,0	81,8	18,5	195	25,2	361	31,4	562
7,9	35,2	13,7	107	21,2	255	28,8	473	36,0	737
8,9	44,7	15,5	136	23,8	324	32,5	601	40,5	936
9,9	55,3	17,2	169	26,5	401	36,1	743	45,1	1159
10,8	67,0	18,9	204	29,2	487	39,8	901	49,6	1405
11,8	79,9	20,7	244	31,9	580	43,4	1074	54,2	1675

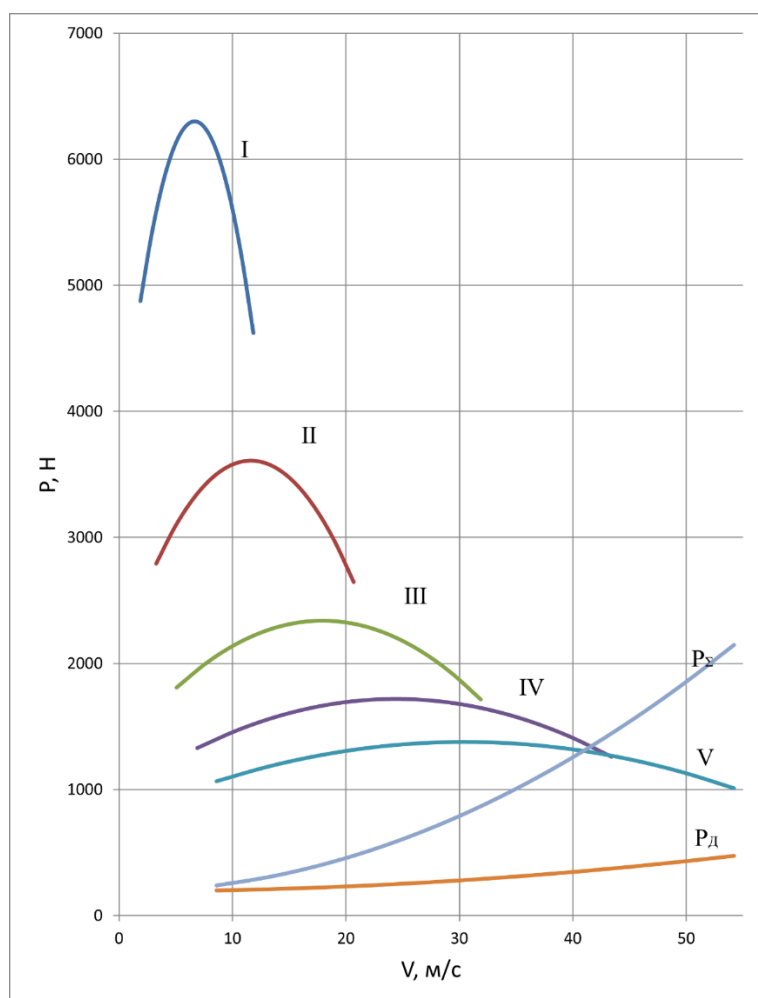


Рисунок 15 - Тяговый баланс автомобиля

2.1.5 Расчет динамических характеристик

«Динамическим фактором D автомобиля является отношение разности сил тяги и сопротивления воздуха к весу автомобиля» [14]:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a}, \quad (15)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 5 и составим график (рисунок 16, рисунок А.4).

Таблица 5 – Результаты расчетов

n, об/мин	Динамический фактор D					Коэффициент сопротивления f				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	0,306	0,175	0,113	0,082	0,064	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
1461	0,339	0,193	0,124	0,089	0,068	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
1967	0,364	0,207	0,132	0,092	0,068	0,012	0,012	0,013	0,013	0,014
2473	0,382	0,217	0,136	0,093	0,066	0,012	0,012	0,013	0,014	0,015
2979	0,392	0,221	0,137	0,091	0,060	0,012	0,013	0,013	0,015	0,016
3486	0,393	0,221	0,134	0,085	0,051	0,012	0,013	0,014	0,016	0,018
3992	0,387	0,216	0,129	0,077	0,039	0,012	0,013	0,015	0,017	0,020
4498	0,374	0,207	0,119	0,065	0,023	0,012	0,013	0,015	0,018	0,022
5004	0,352	0,193	0,107	0,050	0,005	0,013	0,014	0,016	0,020	0,024
5510	0,322	0,174	0,091	0,032	–	0,013	0,014	0,017	0,021	0,027
6016	0,285	0,151	0,071	0,012	–	0,013	0,015	0,018	0,023	0,030

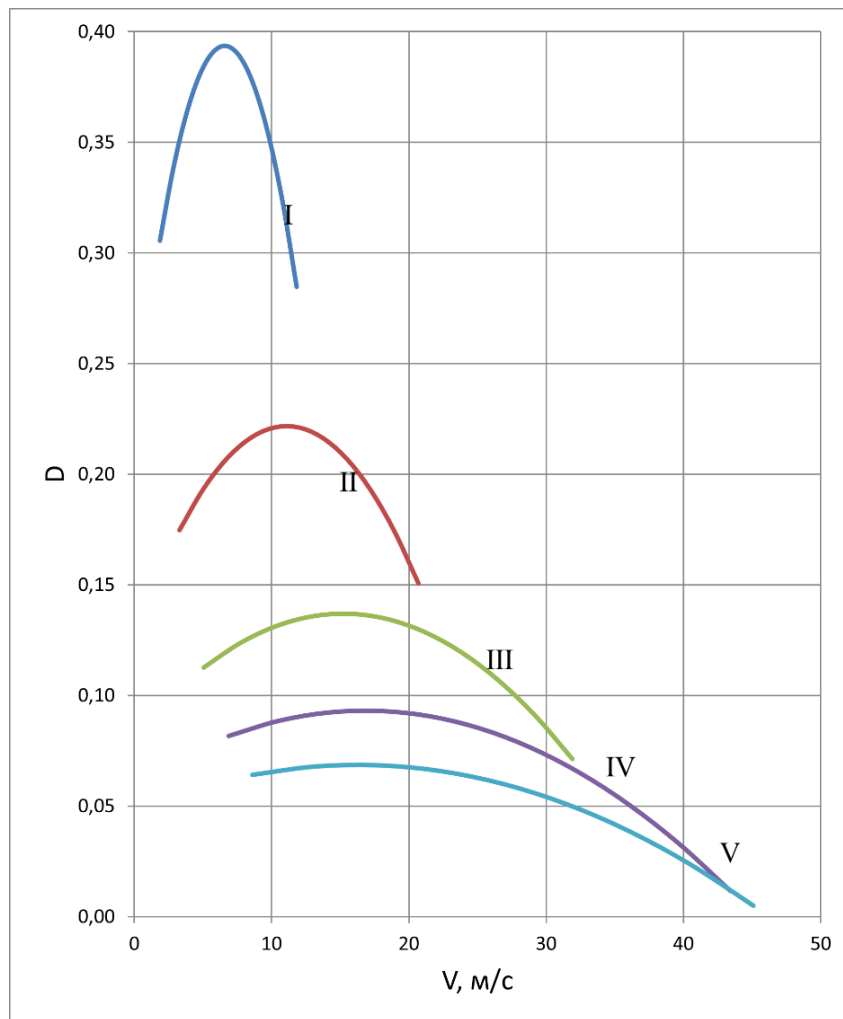


Рисунок 16 - Динамический фактор

Расчет динамики разгона автомобиля.

Характеристика разгона транспортного средства:

Условия движения транспортного средства для определения ускорения во время разгона (рисунок 17, рисунок А.5): горизонтальная дорога с твердым покрытием хорошего качества; максимальное использование мощности двигателя; отсутствие буксования ведущих колес. Рассчитаем ускорение автомобиля по формуле:

$$J = \frac{(D-f) \cdot g}{\delta_{вр}}, \quad (16)$$

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{(I_M \cdot \eta_{тр} \cdot U_{тр} + I_k) \cdot g}{G_a \cdot r_k^2}, \quad (17)$$

где I_M – момент инерции, который создают вращающиеся детали двигателя;

$U_{тр} = U_0 \cdot U_k$ – передаточное число трансмиссии;

I_k – сумма моментов инерции ведущих колес.

При отсутствии исходных данных I_M и I_k , $\sigma_{вр}$ рассчитаем по следующей формуле:

$$\sigma_{вр} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2), \quad (18)$$

где U_k – передаточное число КП для выбранной передачи;

δ_1 – коэффициент, учитывающий массы вращающихся колес;

δ_2 – коэффициент, учитывающий вращающиеся массы двигателя.

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,03$$

Далее изложены результаты расчета коэффициентов, учитывающих вращающиеся массы на каждой передаче:

I передача - $\delta_{вр} = 1,611$

II передача - $\delta_{вр} = 1,221$

III передача - $\delta_{вр} = 1,110$

IV передача - $\delta_{вр} = 1,073$

V передачи - $\delta_{вр} = 1,058$

Расчеты прямых и обратных ускорений $1/j$ отображены в таблице 6, на рисунке 18 и рисунке А.6.

Таблица 6 – Расчеты прямых и обратных ускорений

n, об/мин	Ускорение на передаче m/c^2 :					Величина, обратная ускорению на передаче c^2/m :				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	1,82	1,01	0,623	0,431	0,321	0,549	0,990	1,60	2,32	3,12
1461	2,03	1,12	0,691	0,471	0,341	0,493	0,889	1,45	2,12	2,94
1967	2,19	1,21	0,74	0,491	0,339	0,457	0,826	1,355	2,04	2,95
2473	2,30	1,27	0,76	0,491	0,316	0,436	0,789	1,311	2,04	3,17
2979	2,36	1,29	0,77	0,471	0,271	0,425	0,772	1,306	2,12	3,68
3486	2,37	1,29	0,75	0,430	0,206	0,423	0,773	1,338	2,32	4,86
3992	2,33	1,26	0,707	0,370	0,119	0,430	0,792	1,41	2,70	8,43
4498	2,24	1,20	0,645	0,290	0,010	0,446	0,832	1,55	3,45	—
5004	2,11	1,11	0,562	0,189	—	0,475	0,899	1,78	5,29	—
5510	1,92	0,99	0,456	0,068	—	0,520	1,007	2,19	—	—
6016	1,69	0,84	0,329	—	—	0,592	1,184	3,04	—	—

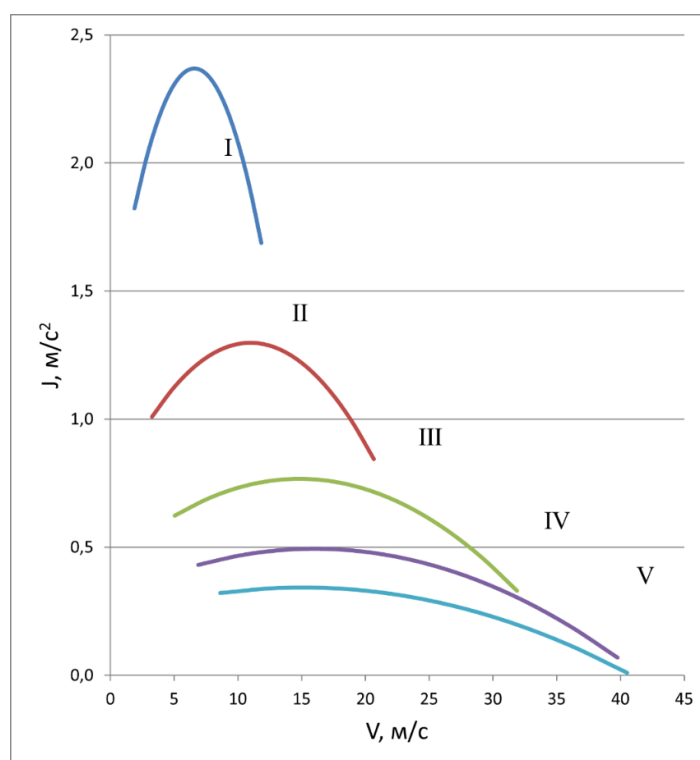


Рисунок 17 - Ускорения для каждой передачи

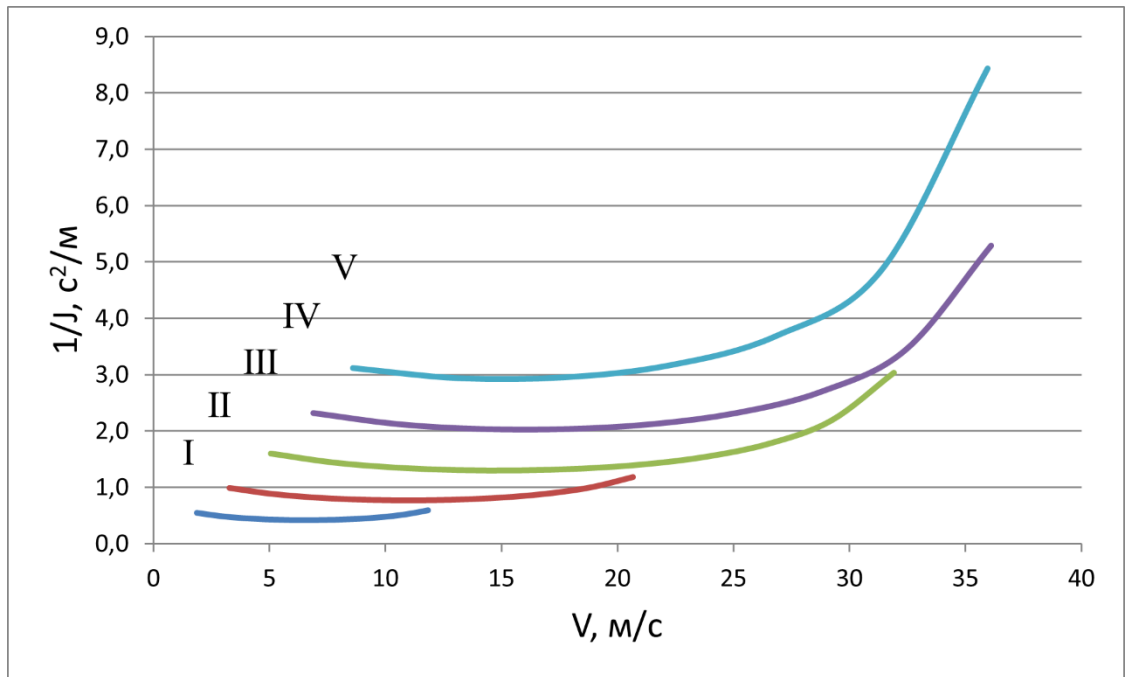


Рисунок 18 - Обратные ускорения для каждой передачи

Графоаналитическим методом возможно определение пути и времени разгона транспортного средства. Сумма конечных величин заменит интегрирование.

$$\Delta t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{j} \cdot dV \approx \left(\frac{1}{j_{cp}} \right)_2 \cdot (V_2 - V_1), \quad (19)$$

Результаты расчетов приведены в таблицах 7-8, на рисунке 19-21 и рисунке А.7-А9.

Таблица 7 – Расчеты времени разгона

$V, \text{м}/\text{с}$	0	10,84	18,94	29,22	39,76	36,11
$1/j_{cp}$	0	0,26	0,90	1,80	8,68	4,00
$t, \text{с}$	0	2,82	10,10	28,64	120,16	105,56

Таблица 8 – Расчеты пути разгона

t, c	0	6	12	18	24	30	36	42
$V, м/с$	0	15	20	24	27,8	29	30	32
ΔS	0	45	210	396	621,6	852	1062	1302
S	0	45	255	606	1017,6	1473,6	1914	2364

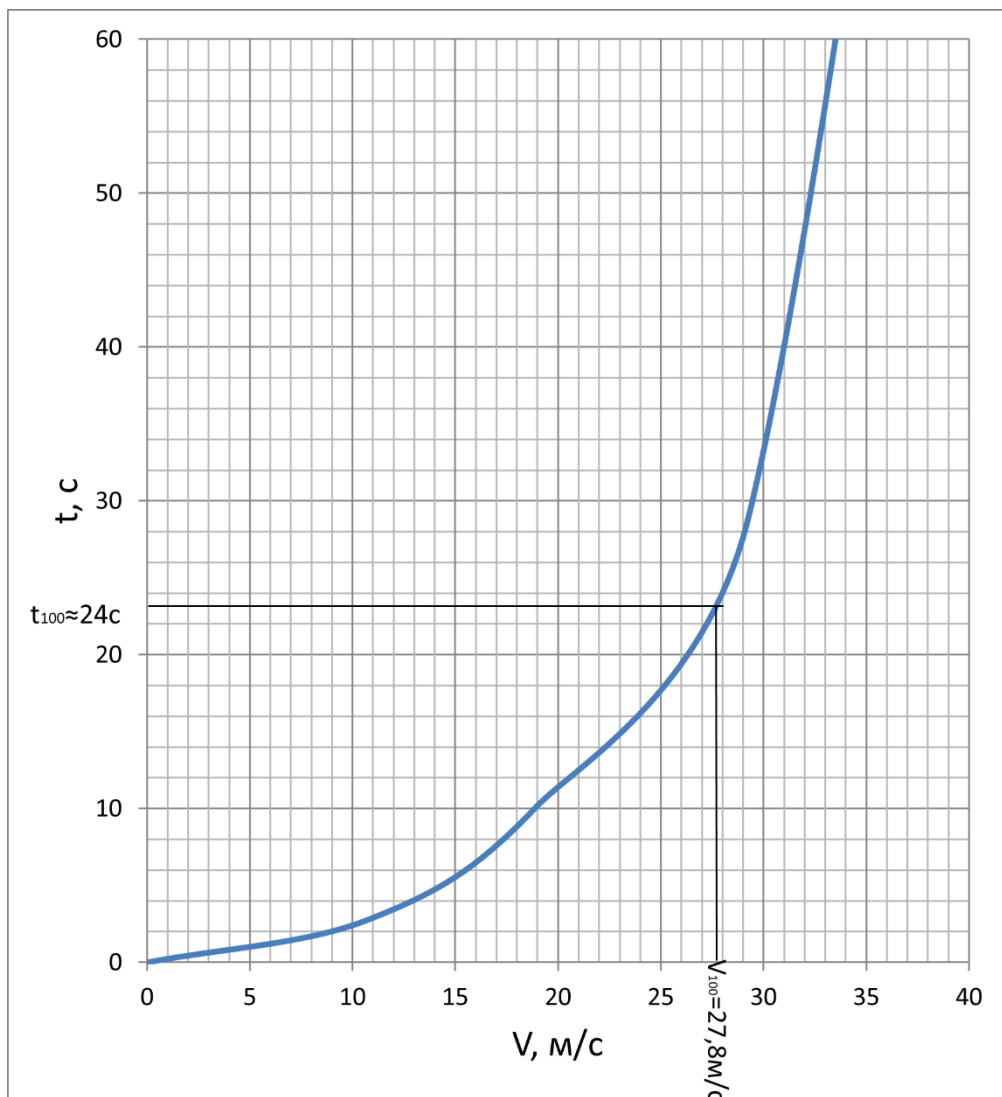


Рисунок 19 - Время разгона

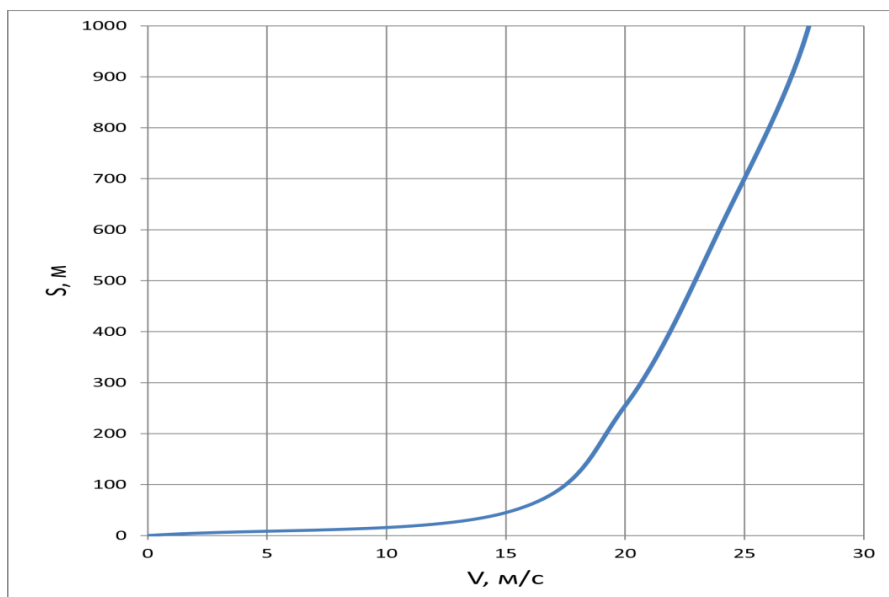


Рисунок 20 - Путь разгона

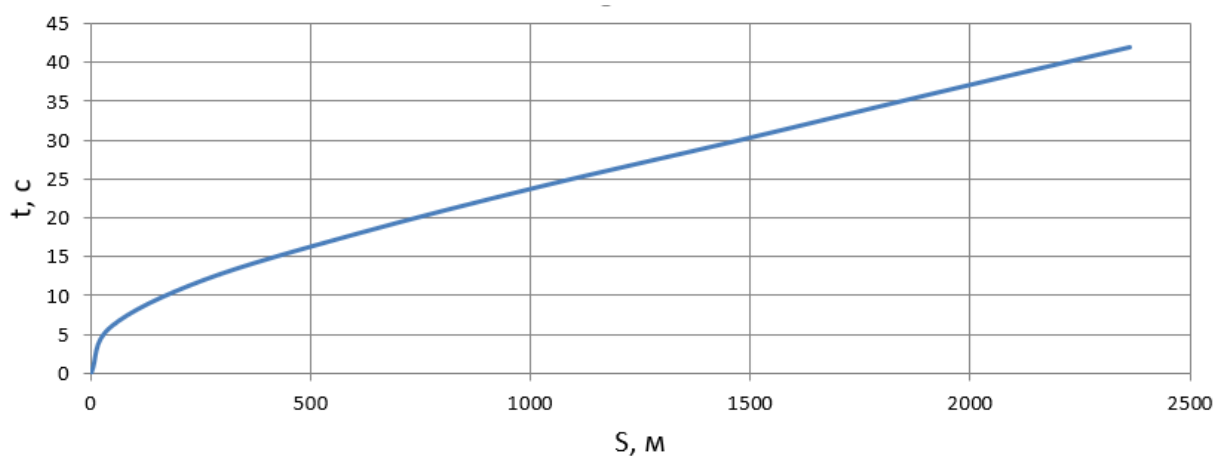


Рисунок 21 - График интенсивности разгона

Определим мощностной баланс транспортного средства по формуле:

$$N_T = N_e - N_{mp} = N_f + N_{II} + N_B + N_{II}, \quad (20)$$

где $N_T = N_e \cdot \eta_{mp}$ – мощность, которая подается на ведущие колеса (тяговая мощность).

Затраты мощности:

N_{mp} – на механические потери в агрегатах трансмиссии;

$N_f = P_{II} \cdot V$ – на силы сопротивления качению колес;

$N_{II} = P_{II} \cdot V$ – на силы сопротивления подъему;

$N_B = P_B \cdot V$ – на силы сопротивления воздуха;

$N_{II} = P_{II} \cdot V$ – на силы инерции автомобиля;

$N_D = P_D \cdot V = N_f + N_{II}$ – на силы сопротивления дороги.

Результаты расчетов приведены в таблице 9, на рисунке 22-23 и рисунке А.10-А.11.

Таблица 9 – Результаты расчетов

V_{max}	8,60	13,2	17,7	22,3	26,8	31,4	36	40,5	45,1	49,6	54,2
N_e	9,96	16,9	24,5	32,3	39,9	47	53	57,7	60,6	61,3	59,5
N_T	9,16	15,6	22,5	29,7	36,7	43,2	48,8	53,1	55,8	56,4	54,7
N_B	0,36	1,30	3,17	6,31	11,0	17,7	26,5	37,9	52,2	69,7	90,8
N_D	1,71	2,74	3,92	5,32	6,99	8,97	11,3	14,1	17,4	21,2	25,6
$N_B + N_D$	2,07	4,04	7,10	11,6	18,0	26,6	37,8	52,1	69,6	90,9	116,4
$(N_B + N_D)N_T$	0,23	0,26	0,32	0,39	0,49	0,62	0,78	0,98	1,25	1,61	2,13

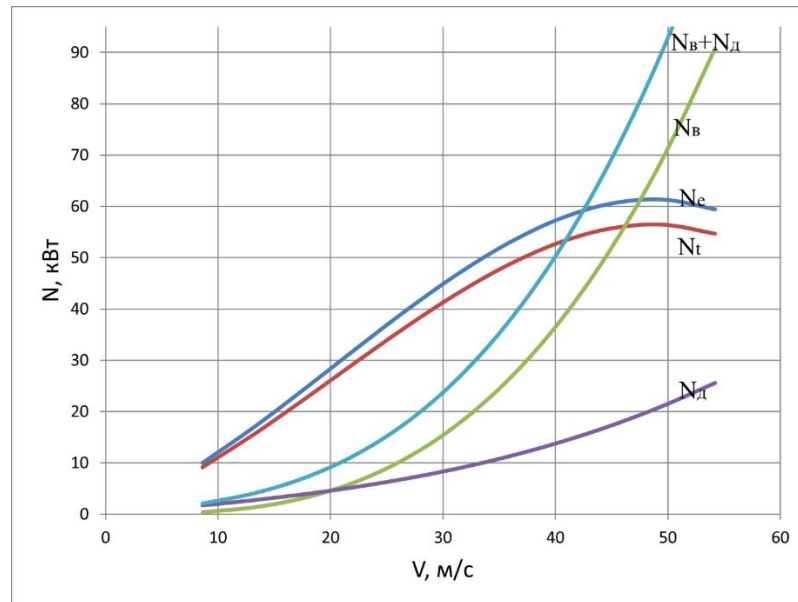


Рисунок 22 - Мощностной баланс автомобиля на передаче, обеспечивающей V_{max} автомобиля

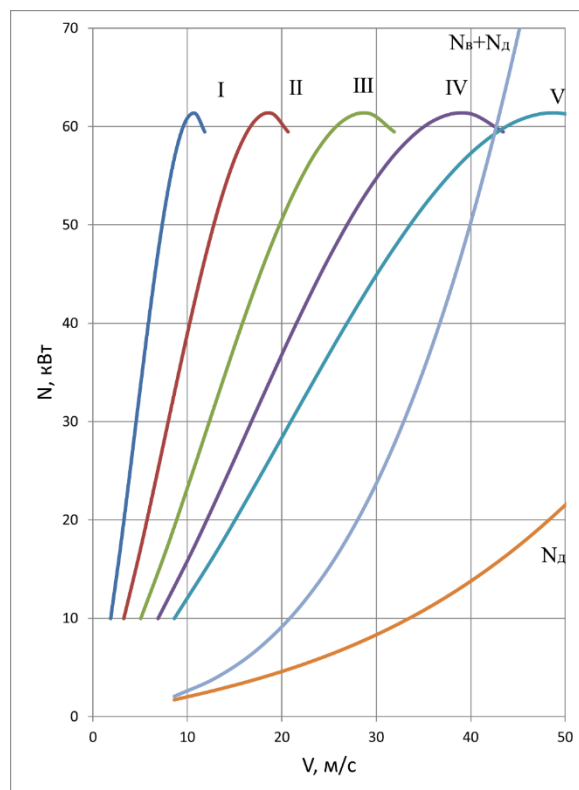


Рисунок 23 - Мощностной баланс ТС для различных передач

2.1.6 Топливоно-экономическая характеристика транспортного средства

При расчете расхода топлива, в целях изучения топливоно – экономической характеристики транспортного средства, требуется принять следующие условия: автомобиль должен двигаться на наивысшей передаче со скоростями постоянно заданными (от минимальной до максимальной устойчивой) по горизонтальной дороге.

Путевой расход топлива:

$$q_n = \frac{k_{ск} \cdot k_u \cdot (P_D + P_B) \cdot g_{emin}}{36000 \cdot \rho_\tau \cdot \eta_{TP}}, \quad (21)$$

где $k_{ск}$ – коэффициент, показывает зависимость изменения эффективного расхода топлива от ω_e ;

k_u – коэффициент, показывает зависимость изменения эффективного расхода топлива от N двигателя;

g_{emin} – эффективный расход топлива (удельный);

$\rho_\tau = 0,73 \text{ кг/л}$ – плотность топлива.

Результаты расчетов приведены в таблице 10, на рисунке 24 и рисунке А.12.

Таблица 10 – Расчеты топливоно – экономических характеристик

V	17,7	22,3	26,8	31,4	36,0	40,5	45,1
k_u	1,09	1,02	0,95	0,90	0,88	0,94	1,16
N	0,32	0,39	0,49	0,62	0,78	0,98	1,25

Продолжение таблицы 10

$k_{ск}$	1,01	0,984	0,967	0,960	0,964	0,978	1,00
ω_e/ω_N	0,393	0,494	0,595	0,798	0,798	0,899	1
g_n	6,05	7,17	8,43	12,1	12,1	16,1	24,6

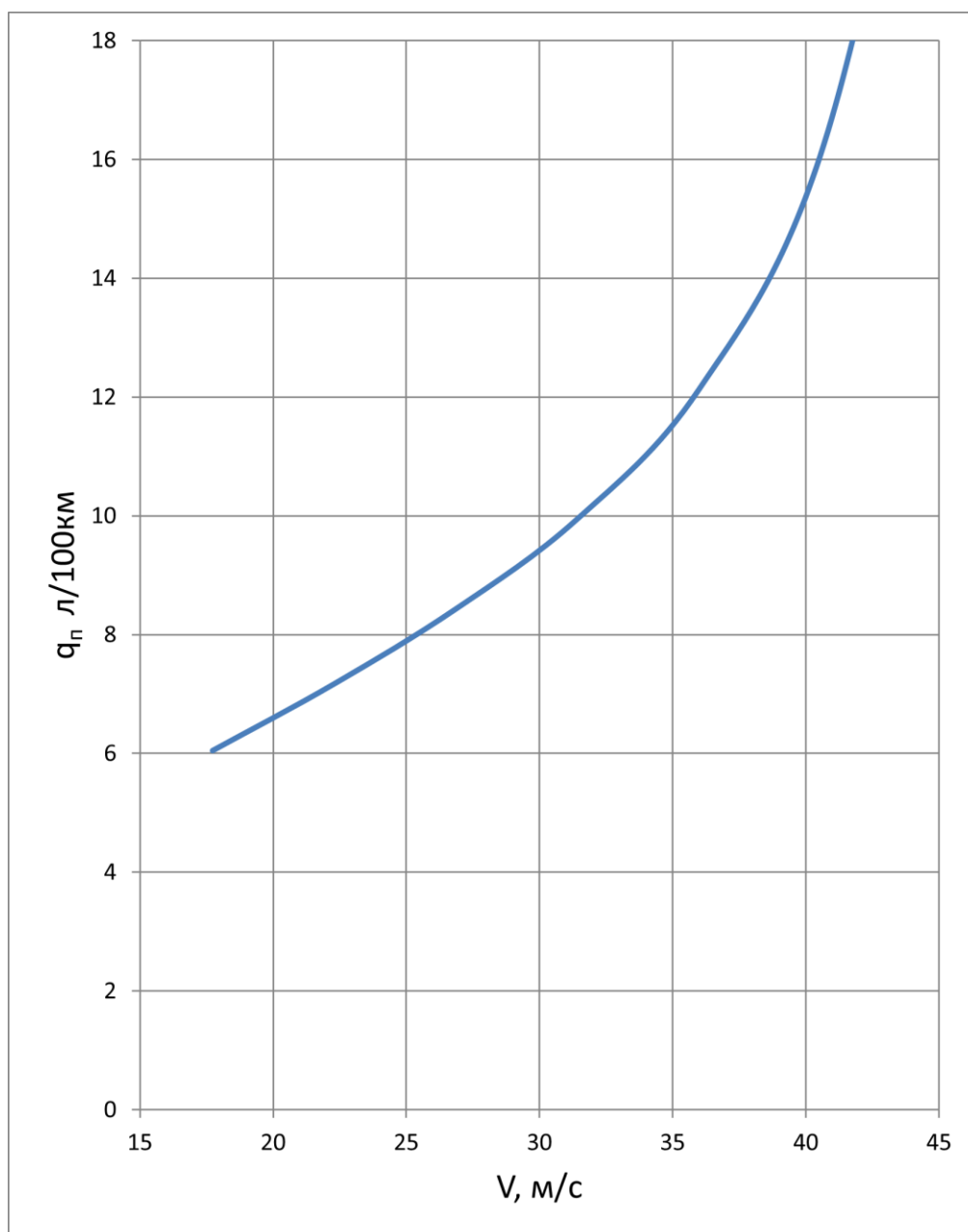


Рисунок 24 - Топливо-экономическая характеристика транспортного средства

2.2 Оценка геометрии на соответствие ЕЭК ООН № 17

Для проверки выполнения правил необходимо определить в какую зону попадает рукоятка откидывания спинки. Переднее сиденье автомобиля LADA NIVA Legend, согласно определению, относится к сиденьям одноместным с подголовником. Такие посадочные места определяют зону 1 вертикальными продольными плоскостями на расстоянии 70 мм по обе стороны от средней продольной плоскости сиденья или посадочного места над плоскостью, перпендикулярной к исходной линии на расстоянии 635 мм над точкой R.

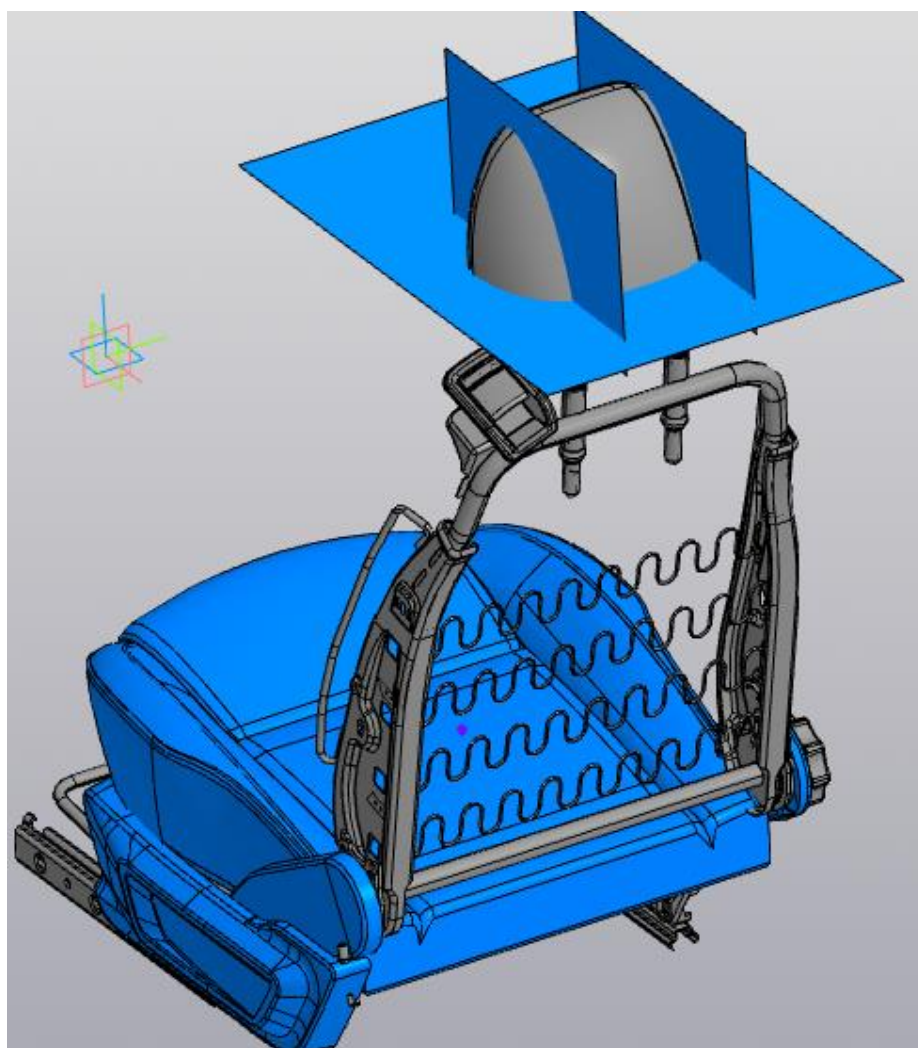


Рисунок 25 – Определение зоны 1

На рисунке 25 показаны границы зоны 1, требования к которой соблюдение радиуса не менее 2,5 мм.

«Для одноместных сидений со встроенными подголовниками зона 2 расположена выше плоскости (рисунок 26), перпендикулярной к исходной линии, на расстоянии 440 мм от точки R сиденья или посадочного места, за исключением поверхности, относящейся к зоне 1.» [1]

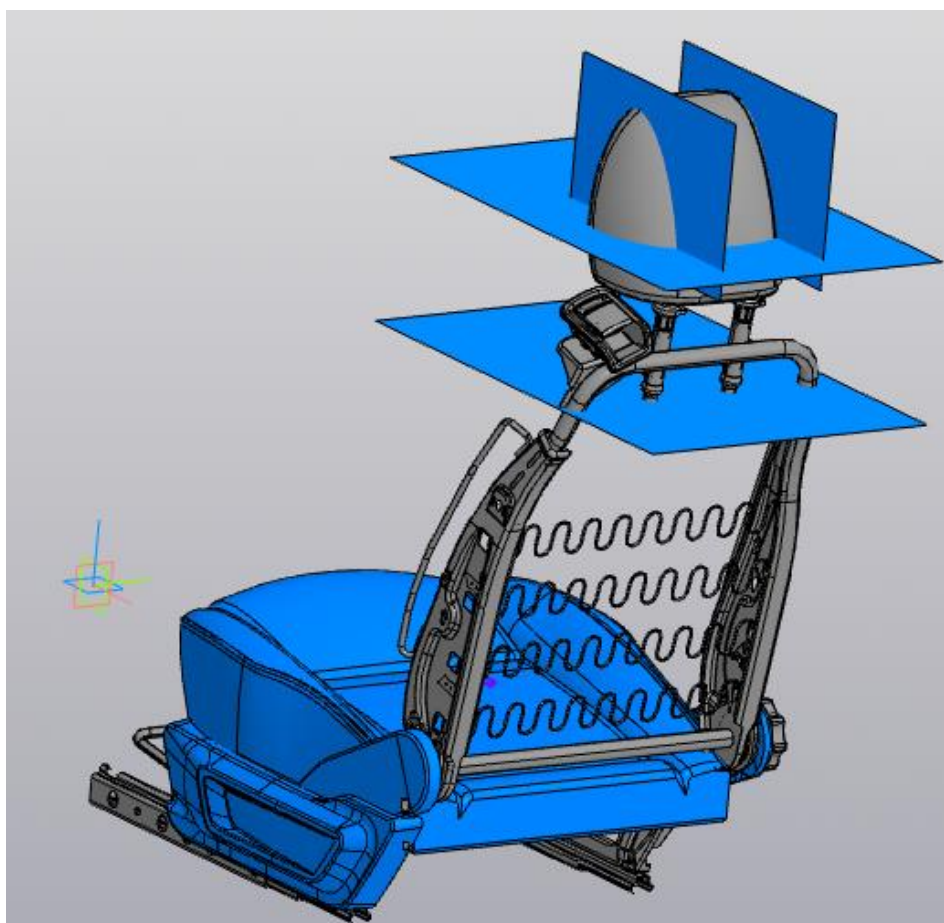


Рисунок 26 - Определение зоны 2

Рукоятка модернизированного механизма откидывания попадает в зону 2 для которой необходимо соблюдать радиусы не менее 5 мм либо не менее 2,5 мм с условием проведения испытания на энергоёмкость.

Для проверки используется сфера диаметром 165 мм. Необходимо сделать несколько сечений для оценки выполнения требований по радиусам.

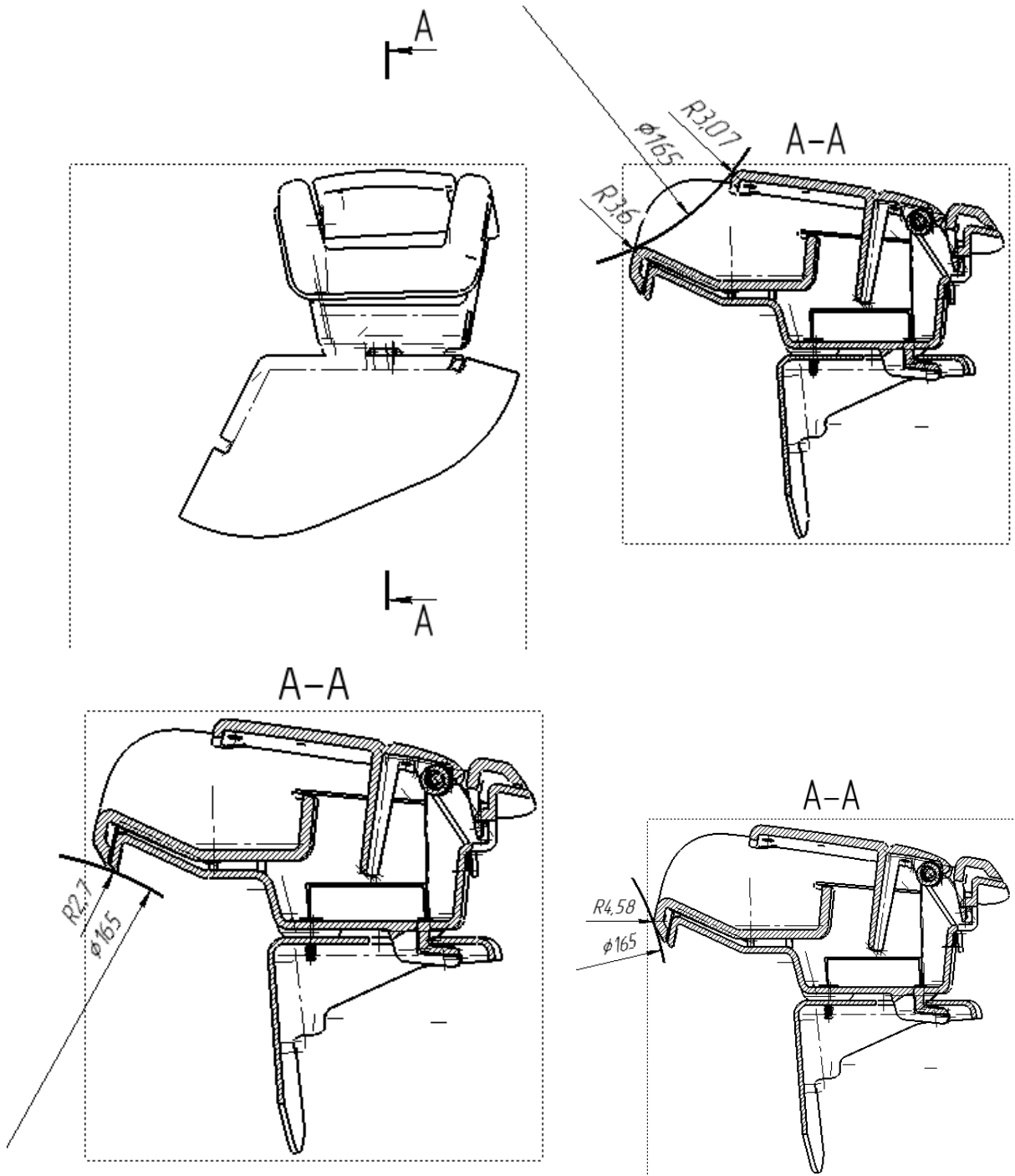


Рисунок 27 – Сечение А-А

На рисунке 27 изображены сечения проектируемого узла. Дуга, обозначенная диаметром 165 мм – имитация полусферы, используемой при проведении испытаний в соответствии с правилами № 17. По результатам проведенной проверки, можно сделать вывод, что данная деталь удовлетворяет требованиям технического регламента с условием проведения испытаний на энергоемкость.

Для снижения рисков получения отрицательного результата в испытании на поглощение энергии, необходимо выбрать материал, удовлетворительный по прочности. По аналогии с другими деталями интерьера, схожими по требованиям, стоит рассмотреть использование ABS пластика. Термопластик вида ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) обладает высокой прочностью и ударостойкостью. Такие пластики широко используются в изготовлении панелей приборов. Изделия из такого вида материала даже при высокой ударной нагрузке не разрушаются и не трескаются, что позволяет избежать образование травмоопасных кромок. [13]

2.3 Расчет усилия на рукоятке механизма откидывания спинки

Устройство механизма откидывания спинки основана на принципах работы рычага. Различают несколько видов рычагов. В данном случае используется одноплечный рычаг (рисунок 28).

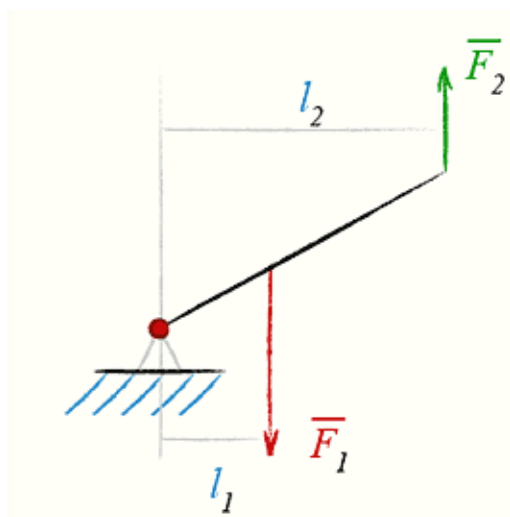


Рисунок 28 – Схема одноплечного рычага

У одноплечного рычага ось расположена на одном из его концов, а силы, действующие на него, параллельны, но направлены в противоположные стороны (антипараллельны).

Если:

F_1 — Нагрузка (Ньютон),

F_2 — Сила, уравнивающая нагрузку F_1 (Ньютон),

l_1 — Плечо нагрузки (мм),

l_2 — Плечо силы, уравнивающей нагрузку F_1 (мм),

То, используя правило рычага получим:

$$F_1 * l_1 = F_2 * l_2 \quad (22)$$

Для расчета усилия преобразуем формулу:

$$F_2 = \frac{F_1 * l_1}{l_2}$$

Опытным путем определена нагрузка, которая действует на рычаг в противоположном силе воздействия направлении. Таким образом нагрузка на механизм, воздействующая через трос на рукоятку равна приблизительно 220 Н. Для расчета усилия воздействия определяем плечи рычага (рисунок 29).

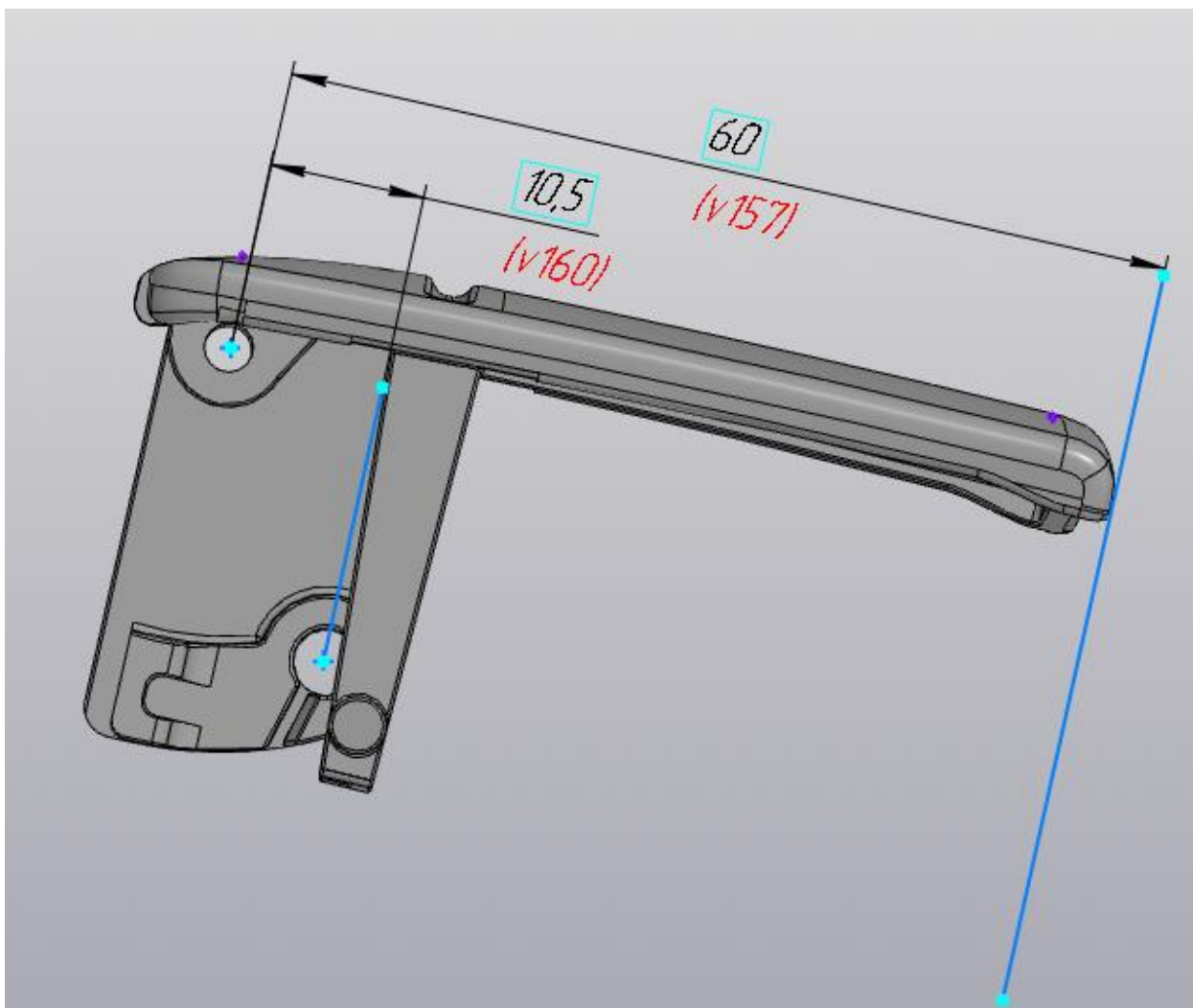


Рисунок 29 – Определение длины плеч рычага

Подставляем имеющиеся значения в формулу:

$$F_2 = \frac{220 * 10,5}{60} \approx 38,5 \text{ Н}$$

Расчетное усилие на рукоятке механизма откидывания составляет 38,5 Н, что является приемлемым на органах управления в автомобиле. Допуск назначается от полученного значения – $\pm 20\%$. Это позволяет компенсировать незначительную нагрузку, созданную пружиной кручения. Она находится на оси рычага и используется для возврата рукоятки в исходное положение, а также во избежание появления посторонних шумов.

2.4 Расчет параметров подголовника

«Подголовник - устройство, предназначенное для ограничения смещения назад головы сидящего взрослого пользователя транспортным средством для уменьшения опасности повреждения шейных позвонков в случае дорожно-транспортного происшествия.» [1] К подголовникам, как и к иным деталям сиденья, предъявляются серьезные требования. Обязательным условием для легковых автомобилей является наличие подголовника на передних сиденьях. Для задних это по-прежнему опция и их наличие зависит от комплектации автомобиля.

Для начала стоит определить тип подголовника и определить требования, которые к нему относятся. Подголовник в сиденьях LADA NIVA съемный, имеет возможность регулировки по высоте.

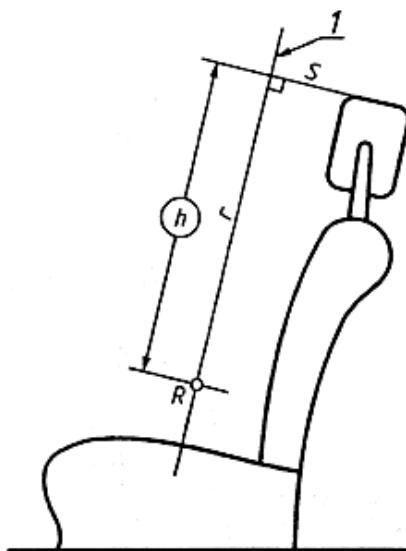
Основные параметры:

- высота должна быть не менее 800 мм для передних сидений;
- установка подголовника в рабочее положение на высоте менее 750 мм не допускается;
- для регулируемых по высоте подголовников высота части устройства, на которую опирается голова, должна быть не менее 100 мм;
- ширина подголовника должна обеспечивать удобное положение головы нормально сидящего человека. Подголовник должен занимать зону,

простирающуюся не менее чем на 85 мм по обе стороны средней вертикальной плоскости симметрии сиденья, для которого он предназначен;

- высота регулируемого подголовника не должна превышать максимальную высоту его использования, если только пользователь транспортным средством не предпринимает преднамеренных действий помимо необходимых для регулирования подголовника.

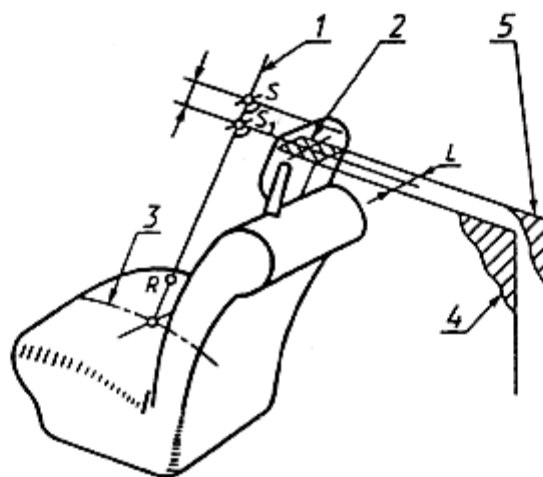
Для определения высоты подголовника все построения выполняют в средней вертикальной плоскости соответствующего сиденья или посадочного места, пересечение которой с сиденьем определяет контур подголовника и спинки сиденья (рисунок 30). В плоскости, для рассматриваемого сиденья наносят проекцию исходной линии объемного манекена. Затем перпендикулярно к исходной линии проводят касательную s к верхней части подголовника. Расстояние h от точки R до касательной s представляет собой высоту, которую следует учитывать при проверке требований.[2]



1-исходная линия

Рисунок 30 – Определение высоты подголовника

Размещение вспомогательных элементов для определения ширины подголовника изображено на рисунке 30. Плоскость S_1 перпендикулярная к исходной линии и расположенная на 65 мм ниже касательной S , определяет на подголовнике участок, ограниченный контуром C . Шириной подголовника (рисунок 31), которую следует принимать во внимание при проверке требований, является расстояние L между плоскостями p и p_1 на плоскости S_1 . При необходимости ширину подголовника также определяют в плоскости, перпендикулярной к исходной линии, на высоте 635 мм над точкой H сиденья, причем это расстояние измеряют вдоль исходной линии. [20]



1 - исходная линия; 2 – сечение C ; 3 - след средней продольной плоскости сиденья;
 4 - вертикальная плоскость p ; 5 - вертикальная плоскость p_1

Рисунок 31 – Определение ширины подголовника

Определяем минимальную необходимую высоту подголовника.

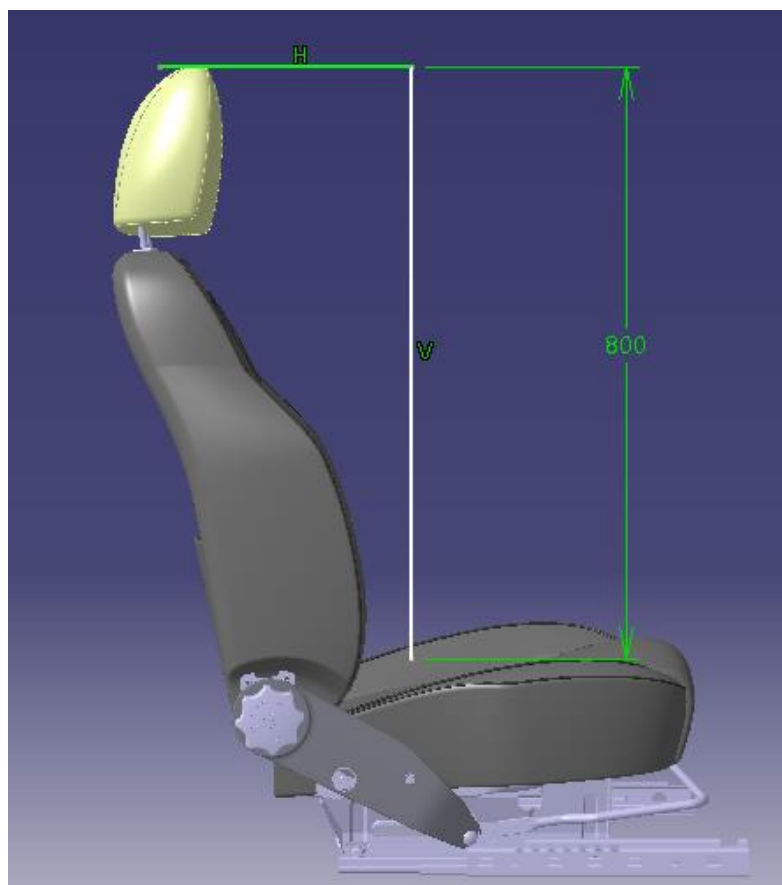


Рисунок 32 – Построения для определения минимальной высоты

Для определения минимальной ширины выполним построения согласно требованиям. Также следует учесть, что подголовник должен обеспечивать комфортное положение головы и занимать зону не менее 85 мм с каждой стороны относительно средней вертикальной плоскости (рисунок 32).

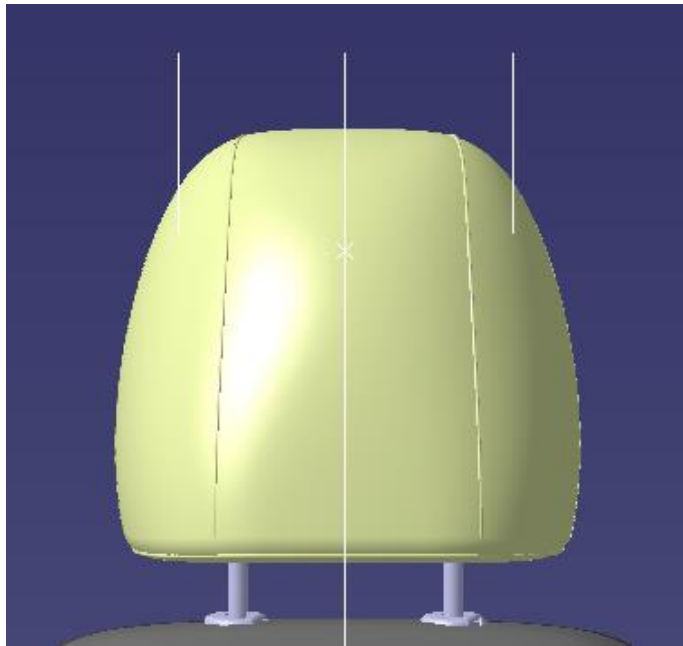


Рисунок 33 – Построения для определения минимальной ширины

На основе произведенной работы можно сделать вывод, что минимальные требования по безопасности и комфорту учтены. Остальные модификации, такие как увеличение диапазонов регулировки подголовника по высоте или увеличение ширины, стоит рассматривать в составе автомобиля во избежание нежелательных контактов элементов интерьера (рисунок 33). Также стоит учесть, что данный автомобиль оборудован системой откидывания спинки и увеличение высоты подголовника может отрицательно сказаться во время манипулирования.

Вывод.

В данной дипломной работе была выполнена разработка привода системы откидывания спинки переднего сиденья для обеспечения доступа на задний ряд. Разработаны детали корпуса, облицовки и рукоятки механизма откидывания. Спецификации для данных изделий представлены в приложении Б пояснительной записки. Также для крепления корпуса разработан кронштейн для крепления изделия к каркасу сиденья. В

конструкторской части проведена оценка на соответствие требованиям регламента для обеспечения безопасности пассажиров заднего ряда при внедрении данного решения. Рассчитано усилие на рукоятке для улучшения потребительских качеств. Предложенное решение предполагает максимальное сохранение действующих элементов каркаса. Это позволяет сократить затраты на разработку и испытания, что положительно сказывается на стоимости продукта и поддержании спроса на автомобиль. Предложенное решение, а именно перемещение привода откидывания спинки с боковой части сиденья на верхнюю, позволяет в дальнейшем рассматривать возможность модификации набивки для более комфортной посадки с помощью, например, увеличения боковой поддержки. [7] Кроме того, перемещение привода механизма откидывания на верхнюю часть спинки позволяет снизить риски по блокировке задних пассажиров при ДТП. То есть при боковом ударе вероятность сохранения функций переднего сиденья становится выше.

Также для автомобиля LADA NIVA Legend был произведен тягово-динамический расчет, графики с результатами представлены в приложении А данной работы.

3 Технологический раздел

3.1 Выбор и обоснование сборочного процесса сиденья

Работы по сборке являются окончательным этапом в цикле производства сидений. Надежность, достижение требуемых параметров и иные характеристики – результат качественно выполненной сборки. На фазе разработки уже можно условно разделить изделие на сборочные единицы, что упрощает выполнение сборочных операций.

«В машиностроении сборку разделяют на узловую и общую. Под узловой сборкой понимают процесс соединения в определенной технологической последовательности деталей в сборочные единицы, а под общей – сборку готового изделия из сборочных единиц и деталей, а также покупных (комплектующих) изделий.» [15]

Наиболее распространёнными формами организации сборки на производствах автомобильных деталей можно выделить стационарную и подвижную. К вопросу выбора стоит подходить, учитывая все особенности изделия, объемы производства и иных тонкостей сборочного процесса.

Поточный метод сборки используется на большинстве предприятий по производству автомобильной продукции. Главным достоинством является непрерывный процесс сборки и автоматизированное перемещение изделия между операциями. Это позволяет увеличить объем выпускаемой продукции, сократить длительность производственного цикла, улучшить учет и планирование производства и как следствие снизить себестоимость. [6]

Есть у данного способа организации и свои нюансы. Например, принудительное перемещение конвейерной ленты рассчитано на определенное время выполнения каждой операции. Исходя из этого следует точно рассчитать такт выпуска и время на каждую операцию должно быть

затрачено либо кратное такту, либо ему равное. Для сборки сидений и с учетом объемов рассмотрение подобного метода нецелесообразно.

Стационарная форма организации сборки представляет собой сборку, которая осуществляется на статичном рабочем месте одним или несколькими операторами. Выделяют два основных принципа – концентрации и дифференциации.

Под принципом концентрации понимают выполнение сборки без разделения на общую и узловую. Такой принцип больше подходит для единичного, опытного и мелкосерийного производства, когда сборочный процесс состоит из нескольких несложных операций. Среди недостатков можно выделить продолжительное время сборки изделия, а также необходимость больших площадей, оборудования и инструмента для изготовления требуемых объемов продукции.

Применение принципа дифференциации позволяет сделать процесс сборки более экономичным. Необходимое количество рабочих заняты подготовкой сборочных единиц, а затем собранные узлы перемещаются на следующие посты, где происходит сборка конечного изделия.

При производстве сидений используется стационарная форма организации сборочного процесса по принципу дифференциации. Общая сборка и сборка каждого узла происходят параллельно, что позволяет сократить время выпуска готового изделия и благодаря этому приносит ощутимый экономический эффект.

3.2 Операционные карты

В таблице 11 приведён список сборочных операций

Таблица 11 – Список сборочных операций

Содержание операции сборки	Время $t_{оп}$, мин
1	2
1. Узловая сборка подголовника переднего сиденья	
На каркас подголовника одеть набивку.	0,4
На набивку подголовника одеть обивку.	1,2
Излишки ткани заправить под облицовку и закрепить ее винтами	1,5
Переместить подголовник в сборе на стойку для перемещения	0,4
Итого:	3,5
2. Узловая сборка подушки переднего сиденья	
На каркас подушки одеть набивку	0,5
Обивку закрепить кольцами к закладным в набивке. Излишки ткани закрепить на зубцах каркаса по краю и загнуть	2,5
Наживить болты для крепления салазок к каркасу	1,2
Затянуть болты динамометрическим ключом	1,1
Положить подсборку на стойку для перемещения	0,4
Итого:	5,7
3. Узловая сборка спинки переднего сиденья	
На каркас спинки установить механизм откидывания	1,5
Фиксатор тросика закрепить в крючке для расфиксации спинки	0,5
Одеть набивку спинки	0,5
Обивку спинки закрепить кольцами к закладным, в нижней части закрепить на зубцы каркаса	2,5

Продолжение таблицы 11

Перемещение подборки на стойку	0,4
Итого:	5,4
4. Сборка сиденья	
1	2
Соединить болтами спинку и подушку переднего сиденья	1,2
Установить наружную облицовку	1,0
Установить внутреннюю облицовку и ручку регулировки наклона спинки	1,2
Установить малую наружную облицовку	0,5
Установить облицовку механизма откидывания спинки	1,1
Установить втулки подголовника	0,5
Установить подголовник	0,5
Переместить сиденье в сборе на транспортировочную стойку	0,4
Итого:	6,4
5 Контроль сиденья в сборе	
Установить сиденье на оснастку, имитирующую точки крепления в автомобиле	4,0
Проконтролировать корректную работу всех функций и механизмов сиденья	8,0
Переместить сиденье на тележку для транспортировки	3,0
Итого:	7,5
Всего $\Sigma t_{оп}$:	28,5
Итого:	7,5
Всего $\Sigma t_{оп}$:	28,5

3.3 Определение трудоемкости операций сборки

Общая трудоемкость определяется по формуле:

$$t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = t_z + t_z \cdot \left(\frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} \right), \quad (23)$$

где α – время организационно-технического обслуживания ($\alpha=3$);

β – время отдыха и перерывов ($\beta=6$).

$$t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = 28,5 + 28,5 \cdot \left(\frac{3}{100} + \frac{6}{100} \right) = 31 \text{ мин}$$

3.4 Определение типа производства

Учитывая полученную суммарную трудоемкость и годовой объем выпуска, целесообразно выбрать крупносерийное производство. Далее рассчитаем такт выпуска изделий для выбранной формы производства.

По следующей формуле рассчитаем такта выпуска:

$$T_B = \frac{F_D \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (24)$$

где F_D – действительный годовой фонд рабочего времени. $F_D=1860$ ч.

m – рабочие смены в сутки. $m=2$

N – количество деталей, выпущенных за год. $N=60000$

$$T_B = \frac{1860 \cdot 60 \cdot 2}{60000} = 3,27 \text{ мин}$$

4 Охрана труда и безопасность объекта дипломного проектирования

4.1 Аспекты безопасности водителя и пассажиров для городского автомобиля

Статистика по количеству собственного автомобильного транспорта в РФ в 2020 году говорит о том, что на 1 тысячу жителей приходится 309 легковых автомобилей. Для сравнения – в 2010 году их было 228 и это среднее значение по всей стране. Например, Самара попала в лидеры списка по количеству автолюбителей. 334 автомобиля на 1000 жителей, то есть автомобиль имеет каждый третий.

Статистика по смертельным ДТП, к счастью, с каждым годом снижается, но это обусловлено общей работой над безопасностью дорожного движения. Вопреки распространенному мнению о том, что работать нужно исключительно над безопасностью автомобиля, а еще чаще случается, что люди под безопасностью подразумевают только средства пассивной безопасности, то начать стоит с объяснения, что это не совсем верные суждения. Безопасность на дороге складывается из огромного количества факторов и в первую очередь – это культура вождения. Дальше стоит отметить, что дорожное покрытие, надлежащее содержание, освещение, видимость знаков и даже делинаторы между встречных потоков – все это направлено на безопасность участников дорожного движения.

С точки зрения автопроизводителей, конечно, стоит направить усилия на повышение безопасности водителя и пассажиров в автомобиле. И так, как объектом дипломного проекта является сиденье, к которому предъявляется достаточно много требований по безопасности, то на этих моментах стоит остановиться подробнее. [18]

Активная безопасность.

Конструкторские решения и системы, направленные на снижение вероятности попадания в ДТП – относят к системе активной безопасности автомобиля.

Активную безопасность можно разделить на 2 части – это эксплуатационные свойства и рабочее место водителя.

Эксплуатационные свойства:

- Надежность элементов конструкции,
- Тягово-скоростные показатели ТС,
- Тормозные свойства,
- Устойчивость,
- Управляемость,
- Весовые и габаритные параметры,
- Информативность.

Немаловажную роль в обеспечении безопасности играет и устройство места водителя, и его комфорт:

- Микроклимат,
- Эргономические параметры,
- Шум и вибрации,
- Загазованность.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что сиденье и вообще эргономичность салона вносит определенный вклад в безопасность на дороге. В настоящее время, можно встретить много комплектаций автомобилей, в которых сиденье водителя сильно отличается от сиденья пассажира. Водительское место оснащается большим вариантом регулировок и различных настроек, направленных на комфорт. К таким регулировкам можно отнести поясничную поддержку, высотную регулировку, подлокотник, боковую поддержку и т.д. От этого зависит уровень утомляемости водителя при длительных поездках, а значит повышение концентрации и внимательность.

Пассивная безопасность.

Если ДТП избежать не удалось, то водитель и пассажиры автомобиля оказываются под защитой пассивной системы безопасности.

К внешним элементам пассивной безопасности можно отнести форму кузова, травмобезопасные элементы, бампер. Эти мероприятия больше направлены на снижение тяжести последствий при наезде на человека. Для безопасности людей, находящихся внутри автомобиля, можно отнести такие конструкторские решения, как:

- Зона жизнеобеспечения;
- Мероприятия по снижению перегрузок (ремни безопасности, подголовник, пневматические подушки);
- Травмобезопасные элементы (рулевая колонка, органы управления, стёкла и другие элементы салона).

Из всего этого перечня, к сиденьям можно отнести боковые подушки безопасности. Они направлены на снижение тяжести последствий при боковом ударе. Боковые подушки бывают нескольких видов и различаются между собой объемом и соответственно зоной, защиту которой могут обеспечить. Принято делить боковые подушки на 3 основных вида: грудные, для головы и голова/грудь. На рисунке 34 изображен пример подушки для защиты головы и торса человека. Это позволит серьезно смягчить возможный удар о стойку и избежать смертельных травм. На рисунке 35 - пример подушки, которая направлена на снижение травмируемости грудной клетки, но так как голова остается без защиты, то лучше сочетать этот тип подушки с подушкой-шторкой. Стоит отметить, что наличие подушек безопасности в автомобиле может только усугубить последствия ДТП, если люди не используют ремень безопасности.



Рисунок 34 - Пример боковой подушки типа голова/грудь



Рисунок 35 - Пример боковой подушки безопасности для защиты от травм груди

Еще одним из простых и важных элементов, входящих в систему пассивной безопасности, является подголовник. Он направлен на предотвращение травм шейного отдела позвоночника при ударе сзади. Хлыстовая травма может иметь серьезные последствия и возникает при движении даже на низкой скорости. Передние сиденья выпускаемых автомобилей обязательно оборудованы подголовником, для заднего ряда сидений это по-прежнему является опцией. Травма шеи, которая возникает в следствии удара, сзади является второй по распространенности травмой при ДТП, поэтому стоит проявить заботу о своих пассажирах сзади и задуматься об их безопасности, ведь чаще всего на заднем ряду находятся дети, а использование бустера, который приподнимает сидящего на заднем сиденье ребенка, лишь усугубляет ситуацию.

Так же стоит остановиться на таком, относительно новом, конструкторском решении в области пассивной безопасности, как преднатяжитель ремня безопасности. Сейчас чаще всего замок ремня расположен на сиденье (рисунок 36).

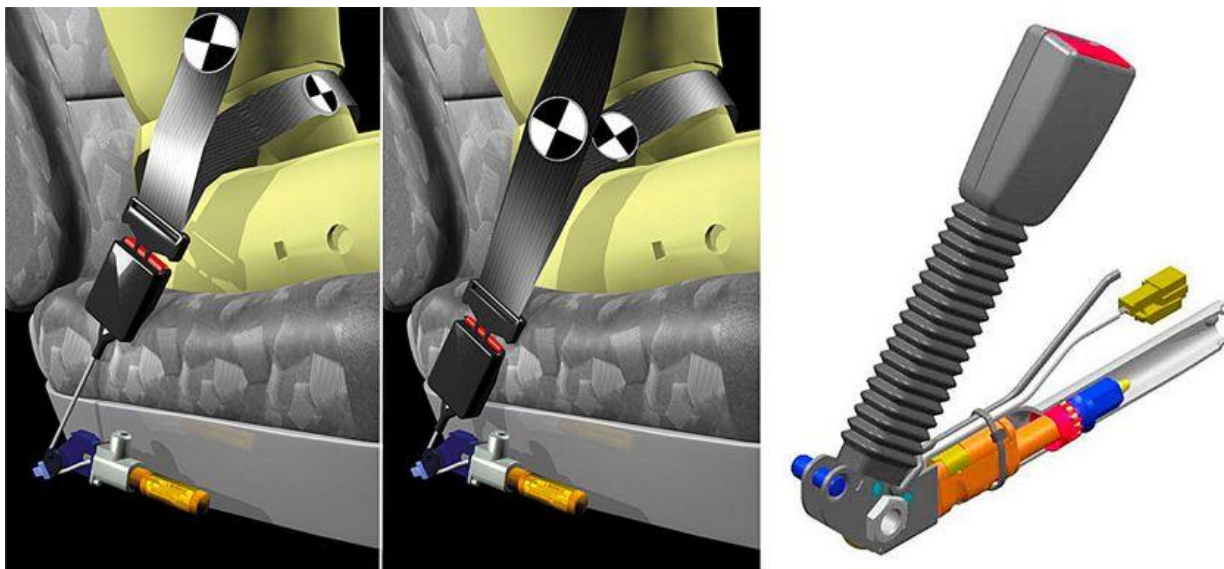


Рисунок 36 - Преднатяжитель переднего сиденья

Преднатяжитель входит в систему пассивной безопасности и активируется благодаря датчикам удара. Принцип его работы немного схож с работой подушки безопасности. При входящих параметрах аварийного замедления активируется пиропатрон и трос с замком ремня безопасности натягивается, что снижает перемещение человека вперед при фронтальном ударе.

4.2 Проверка эффективности системы пассивной безопасности

Для оценки соответствия требованиям безопасности сиденья проводятся испытания отдельных его частей. Чаще всего производители сидений либо имеют свою аттестованную лабораторию, либо обращаются в сторонние организации, которые могут провести тесты на этапе проектирования и разработки и в последствии пригласить представителя сертифицирующего органа для оценки результатов и получения одобрения. [12]

Для подобных испытаний изготавливается специальная тележка и крепление, которое имитирует пол кузова автомобиля. Все записывается на скоростную камеру для оценки результатов (рисунок 37).

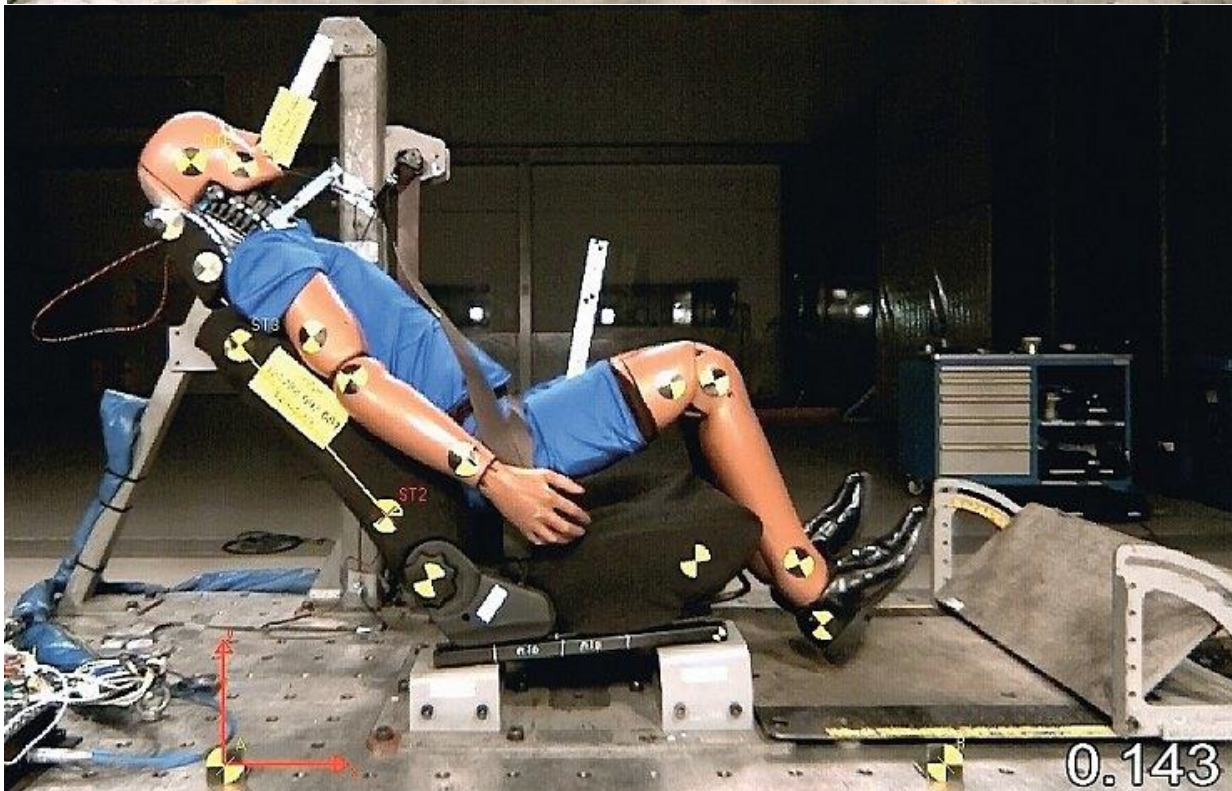
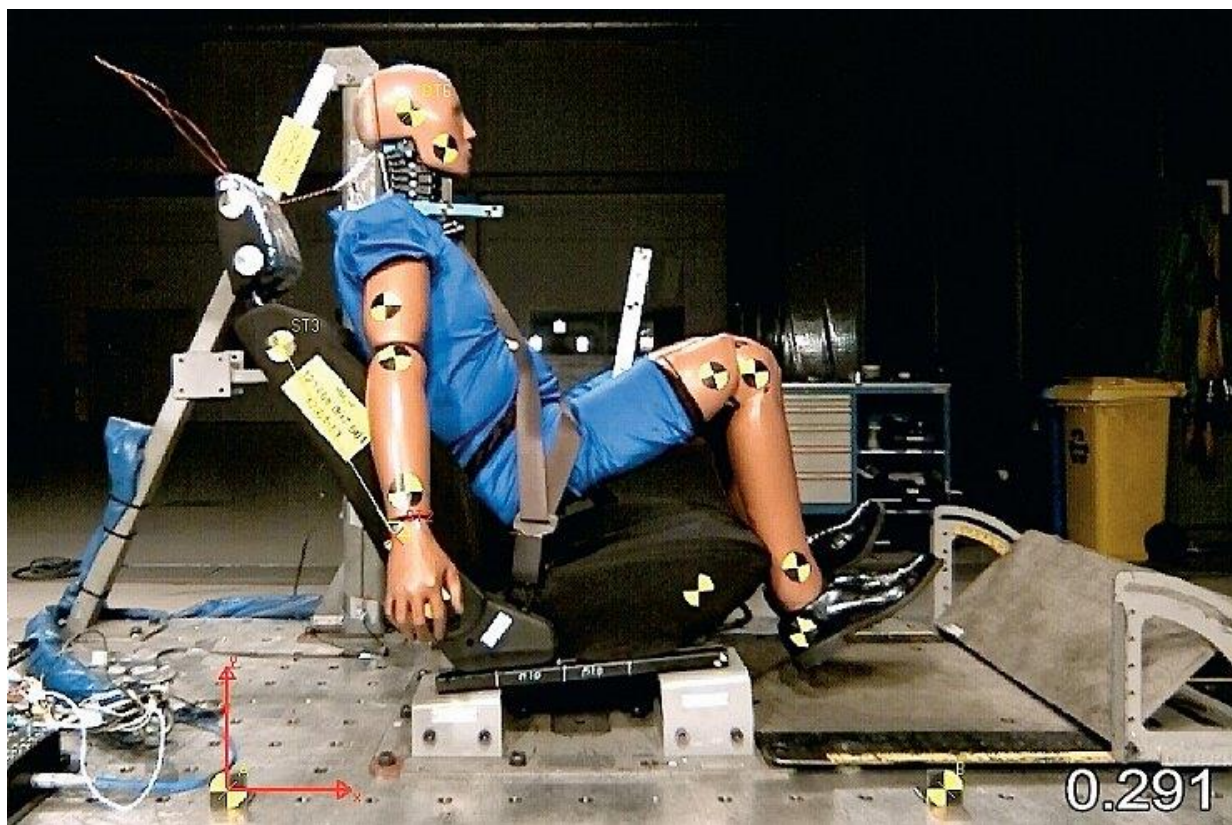


Рисунок 37 - Кадры испытания на эффективность подголовника

Для сидений также проводят испытания на поглощение энергии. Во время проектирования обязательно должны быть учтены требования R17 по радиусам всех частей, которых может коснуться голова пассажира при ударе. Если в этих зонах расположены пластиковые элементы, то они подвергаются удару полусферой и должны соответствовать требованиям ЕЭК ООН 21 по образованию острых кромок. [11]

Боковые подушки также подвергаются испытанию на этапе разработки вне автомобиля. Оценивается перемещение манекена, время срабатывания датчиков и корректность раскрытия подушки (рисунок 38). Сложность интеграции подушки в сиденье, заключается в том, что для ее корректной работы необходимо предусмотреть специальный канал в набивке и разрывной шов в обивке. [19] Он выполняется специальными нитями и на подходящей для этих целей швейной машинке. Так же часто можно увидеть вшитую этикетку AIRBAG.



Рисунок 38 – Имитация бокового удара для проверки раскрытия боковой подушки безопасности

4.3 Краш-тест автомобиля

Краш тест один из самых дорогостоящих испытаний для автомобиля, но именно он дает наиболее корректный результат о том, как ведет себя автомобиль в сборе в аварийной ситуации. Фронтальные удары по современным стандартам проводят с 40% перекрытием. Боковой удар имитирует удар другого автомобиля сбоку. В автомобиль сажают особый манекен, оснащенный датчиками для оценки опасности или безопасности удара. [17]

Для LADA NIVA Legend так же проводился краш тест (рисунок 39). В связи с тем, что внедорожник был разработан еще в 1977 году и за это время его конструкция сильно не менялось, то в результате он не получает баллов за безопасность ни по методике ARCAP, ни по EuroNCAP. [9]



Рисунок 39 – Краш тест LADA NIVA Legend

Единственное, что отметили специалисты – прочный кузов. На рисунке 40 изображено распределение нагрузки при фронтальном ударе для водителя и пассажира.



Рисунок 40 – Результат краш теста

В заключении данного раздела, хочется отметить, что каким бы безопасным автомобиль ни был представлен автопроизводителем, все равно многое зависит от сознательности водителей и пассажиров. Важно понимать, что ни одна подушка безопасности не спасет человека от травм, если он не пристегнут. Некорректная настройка положения подголовника и сиденья снижает их эффективность.[10] Если на сиденье с боковой подушкой безопасности в сиденье надеты чехлы, препятствующие ее раскрытию, то это может даже навредить. Следует внимательно изучать рекомендации автопроизводителя и их соблюдать. Ответственность участников дорожного движения – первый шаг к безопасности на дороге.

5 Технико-экономическая оценка модернизируемого сиденья

В связи с увеличением конкуренции на автомобильном рынке, а также ростом требований потребителя, производители автомобилей стремятся к улучшению качества выпускаемой продукции и, соответственно, всех входящих в него компонентов. Кроме увеличения престижности марки, это позволяет сэкономить на гарантийном обслуживании автомобиля.

Современные автомобили должны отвечать большому количеству требований таких, как обеспечение комфорта, безопасности, эргономики. В связи с этим, конструкция сидений, как и остальные входящие в состав транспортного средства изделия, должна улучшаться.

Основа сидений – каркас. Основным материалом для его изготовления традиционно считается сталь. Как правило, в сиденье предусмотрено перемещение в продольном направлении, которое может быть реализовано с помощью электрического привода, либо вручную.

Сборка сидений происходит на предприятии из входящих в состав комплекта деталей. Производство обновленных сидений включает в себя множество локально производимых частей, а также улучшенную конструкцию механизма откидывания спинки для 3 дверного автомобиля (повышаются потребительские свойства сиденья). Также модернизированный механизм обладает более высокими показателями надежности и можно рассчитывать на снижение количества обращений в гарантийный срок.

5.1 Анализ и определение затрат на модернизацию и внедрение механизма откидывания спинки переднего сиденья

Исходными данными для проведения расчета себестоимости разрабатываемого сиденья были использованы значения, принятые подразделениями АО «АВТОВАЗ» на 12.11.2021.

Прежде всего определим траты на производство обновленного механизма откидывания спинки переднего сиденья автомобиля LADA NIVA Legend. Рассчитаем проектную стоимость, составим и проанализируем сравнительную калькуляцию на изготовление модернизированного сиденья и аналога, являющегося основой для сравнения приведённой в таблице 12.

Таблица 12 - Исходные данные:

№ п/п		Обозначение	Ед. Изм.	Значение
	1	2	3	4
1	Годовая программа выпуска изделия	$V_{\text{год}}$	шт	60000
2	Коэффициент отчислений на страховые взносы	$E_{\text{с.в.}}$	%	30
3	Коэффициент общезаводских расходов.	$E_{\text{обзав}}$	%	125
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов.	$E_{\text{ком}}$	%	5
5	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.	$E_{\text{обор}}$	%	200
6	Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов.	$E_{\text{тзр}}$	%	3
7	Коэффициент цеховых расходов.	$E_{\text{цех}}$	%	175
8	Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	$E_{\text{инс}}$	%	3

Продолжение таблицы 12

9	Коэффициент рентабельности и плановых накоплений.	$K_{\text{рент}}$	%	40
10	Коэффициент доплат или выплат, не связанных с работой на производстве	$K_{\text{вып}}$	%	10
11	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	$K_{\text{прем}}$	%	30
12	Коэффициент капиталообразующих инвестиций	$K_{\text{инв}}$	%	1

По формуле определим затраты на приобретение комплектующих:

$$P_i = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{ГЗ}}}{100}\right), \quad (25)$$

где C_i – оптовая цена купленных деталей i -го вида, руб.

n_i – количество купленных деталей i -го вида, шт

Результаты расчетов сведем в таблицу 13:

Таблица 13 - Затраты на купленные детали (проект)

№ п/п	Наименование	Кол-во	Средняя цена За 1 шт, руб	Сумма, руб
	1	2	3	4
1	Каркас переднего сиденья левый с салазками	1	3600	3600
2	Каркас подголовника переднего сиденья	1	100	100
3	Набивка подушки переднего сиденья	1	500	500

Продолжение таблицы 13

4	Набивка спинки переднего сиденья	1	600	600
5	Набивка подголовника	1	120	120
6	Механизм откидывания спинки	1	430	430
7	Комплект обивки для переднего сиденья	1	600	600
8	Комплект облицовок для переднего сиденья	1	150	150
	ИТОГО:			6100
	Транспортно-заготовительные расходы		3%	
	Всего:			6283

По следующей формуле определим затраты на основную заработную плату операторов сборочного производства:

$$Z_O = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{прем.}}}{100}\right), \quad (26)$$

где Z_T – тарифная ставка, руб., которая вычисляется по формуле:

$$Z_T = C_p \cdot m, \quad (27)$$

где C_p – тариф в час, руб;

m – операционная трудоемкость, час;

$K_{\text{прем.}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на премии и доплаты, %.

Результаты расчетов приведены в таблице 14

Таблица 14 - Расчет основной заработной платы операторов сборочной линии

№ п/п	Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1.	Сборочные	4	0,7	85,4	59,78
2.	Контрольные	5	0,25	93,58	23,4
ИТОГО: 83,18 руб					
Премияльные доплаты 30%: 24,95 руб					
Основная з/п: 108,13 руб					

По следующей формуле определим затраты на дополнительную заработную плату операторов сборочного производства:

$$Z_{доп.} = Z_0 \cdot K_{вып.}, \quad (28)$$

где $K_{вып.}$ - коэффициент, учитывающий затраты, которые не связаны с работой на производстве, %

В данных расчетах принимается $K_{вып.} = 10\%$

$$Z_{доп.} = 108,13 \cdot 0,1 = 10,813 \text{ руб}$$

Расчет затрат на отчисления в единый социальный фонд вычисляется по формуле:

$$C_{с.в.} = (Z_0 + Z_{доп.}) \cdot E_{с.в.} \quad (29)$$

где $E_{с.в}$ – коэффициент, учитывающий отчисления страховых взносов в фонд медицинского страхования, пенсионный фонд итд., %

В данных расчетах принимается $E_{соц.н} = 30\%$

$$C_{с.в.} = (108,13 + 10,813) \cdot 0,3 = 35,68 \text{ руб}$$

Расчет «Расходов на содержание и эксплуатацию оборудования» производится по формуле:

$$C_{сод.обор.} = Z_0 \cdot E_{обор.}, \quad (30)$$

где $E_{обор.}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %.

В данных расчетах принимается $E_{обор} = 200\%$

$$C_{сод.обор} = 108,13 \cdot 2 = 216,26 \text{ руб}$$

Затраты на «Цеховые расходы» вычисляются по формуле:

$$C_{цех} = Z_0 \cdot E_{цех}, \quad (31)$$

где $E_{цех}$ – коэффициент, учитывающий цеховые расходы, %

В данных расчетах принимается $E_{цех} = 175\%$

$$C_{цех} = 108,13 \cdot 1,75 = 189,23 \text{ руб}$$

Затраты «Расходов на инструменты и оснастку» вычисляются по формуле:

$$C_{инстр} = Z_0 \cdot E_{инстр}, \quad (32)$$

где $E_{инстр}$ – коэффициент, учитывающий расходы на инструменты и оснастку, %

В данных расчетах принимается $E_{инстр} = 3\%$

$$C_{инстр} = 108,13 \cdot 0,03 = 3,24 \text{ руб}$$

Цеховая себестоимость рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{цехс/с} = \Pi_u + Z_0 + Z_{доп.} + C_{с.в} + C_{сод.обор.} + C_{цех} + C_{инстр}, \quad (33)$$

$$\begin{aligned} C_{цехс/с} &= 6283 + 108,13 + 10,813 + 35,68 + 216,26 + 183,23 + 3,24 \\ &= 6840,35 \text{руб.} \end{aligned}$$

Затраты на «Общезаводские расходы» рассчитаем по формуле:

$$C_{об.завод} = Z_0 \cdot E_{об.завод}, \quad (34)$$

где $E_{об.завод}$ – коэффициент, учитывающий общезаводские расходы, %

В данных расчетах принимается $E_{об.завод} = 125\%$

$$C_{об.завод} = 108,13 \cdot 1,25 = 109,38 \text{руб.}$$

По следующей формуле вычислим общезаводскую себестоимость:

$$C_{об.завод.с/с} = C_{об.завод} + C_{цехс/с}, \quad (35)$$

$$C_{об.завод.с/с} = 109,38 + 6840,35 = 6949,73 \text{руб.}$$

Затраты на «Коммерческие расходы» вычислим по формуле:

$$C_{ком.} = C_{об.завод.с/с} \cdot E_{ком.}, \quad (36)$$

где $E_{ком.}$ – коэффициент, учитывающий коммерческие расходы, %

В данных расчетах принимается $E_{ком.} = 5\%$

$$C_{ком.} = 6949,73 \cdot 0,05 = 347,49 \text{руб.}$$

Полная себестоимость вычисляется по формуле:

$$C_{пол.} = C_{об.завод.с/с} + C_{ком.}, \quad (37)$$

$$C_{пол.} = 6949,73 + 347,49 = 7297,22 \text{руб.}$$

Расчетные цены для проектного и базового вариантов вычисляются по формуле:

$$Ц_{расч..б} = C_{пол.б} \cdot (1 + K_{рент}), \quad (38)$$

$$Ц_{расч..б} = 7444 \cdot (1 + 0,4) = 10421,6 \text{руб.}$$

где $K_{рент} = 40\%$ - коэффициент, учитывающий рентабельность и плановые накопления, %.

$$Ц_{расч..п} = Ц_{расч..б}, \quad (39)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Калькуляции себестоимостей базового и проектного вариантов

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
А	1	2	3	4
1	Стоимость комплектующих изделий	$P_{ц}$	6355,1	6283
2	Основная заработная плата производственных рабочих	$Z_{о}$	113,685	108,13
3	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$Z_{доп.}$	11,37	10,813
4	Страховые взносы в ПФРФ, ФССРФ, ФФОМС	$C_{с.в.}$	37,52	35,68
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{сод.обор.}$	227,37	216,26
6	Цеховые расходы	$C_{цех.}$	198,95	189,23
7	Расходы на инструмент и оснастку	$C_{инстр.}$	3,41	3,24
8	Цеховая себестоимость	$C_{цех.с/с}$	6947,405	6840,35
9	Общезаводские расходы	$C_{об.завод.}$	142,11	109,38
10	Общезаводская себестоимость	$C_{об.заводо.с/с}$	7089,52	6949,73
11	Коммерческие расходы	$C_{ком.}$	354,48	347,49
12	Полная себестоимость	$C_{пол.}$	7444	7297,22
13	Расчетная цена	$C_{расч.}$	10421,6	10421,6

По результатам расчётов себестоимость сиденья уменьшилась на 2%, за счет снижения затрат на комплектующие детали на 1,14%, составляющие 91,8% цеховой себестоимости.

5.2 Оценка эффективности инвестиционного проекта

Данный раздел посвящен анализу эффективности инвестиционного проекта.

«Определение безубыточного объёма производства.

При прогнозировании производства и реализации модернизированного автомобиля на рынок необходимо оценить, с учетом конъюнктуры рынка, цену и объем продаж.

Точка критического объема производства зависит от трех факторов:

- продажной цены производимого продукта;
- переменных издержек производства, реализации и управления;
- фиксированных издержек производства, реализации и управления.»[8]

«В точке критического объема (точке безубыточности производства) прибыль равна нулю, а объем продаж покрывает переменные ($Z_{пер}$) и постоянные ($Z_{пост}$) издержки.

Расчетная цена, без учета налогов, на одно изделие определяется исходя из рыночной стоимости аналога, с учетом проведённой модернизации и обозначается - $C_{расч.уд.аналог.}$ » [8]

Определим точку безубыточности графическим и аналитическим методом. На основе данных из таблицы 15, вычислим следующие затраты:

Переменные:

$$Z_{пер.уд} = P_u + Z_o + Z_{доп} + C_{с.в.}, \quad руб. \quad (40)$$

$$Z_{пер.уд} = 6283 + 108,13 + 10,813 + 35,68 = 6437,623 \text{ руб.}$$

Постоянные:

$$Z_{\text{пост.уд}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр}} + C_{\text{цех}} + C_{\text{об.завод.}} + C_{\text{ком}}, \text{ руб.} \quad (41)$$

$$Z_{\text{пост.уд}} = 216,26 + 3,24 + 189,23 + 109,38 + 347,49 = 865,6 \text{ руб.}$$

Переменные затраты на производство всей партии изделий–аналогов:

$$Z_{\text{пер.ан}} = Z_{\text{пер.уд.ан.}} * V_{\text{год}}, \text{ руб.} \quad (42)$$

$$Z_{\text{пер.ан}} = 6437,623 \cdot 60000 = 386257380 \text{ руб.}$$

Постоянные затраты на производство всей партии изделий–аналогов:

$$Z_{\text{пост.ан}} = Z_{\text{пост.уд.ан.}} * V_{\text{год}}, \text{ руб.} \quad (43)$$

$$Z_{\text{пост.ан}} = 865,6 \cdot 60000 = 51936000 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость на всю партию изделий–аналогов:

$$C_{\text{полн.ан}} = C_{\text{полн.уд.ан.}} * V_{\text{год}}, \text{ руб.} \quad (44)$$

$$C_{\text{полн.ан}} = 7297,22 \cdot 60000 = 437833200 \text{ руб.}$$

Выручка от реализации изделий–аналогов:

$$B_{\text{ан.}} = C_{\text{расч.уд.ан.}} * V_{\text{год}}, \text{ руб.} \quad (45)$$

$$B_{\text{ан.}} = 10421,6 \cdot 60000 = 625296000 \text{ руб.}$$

Критический объем производства:

$$A_{\text{кр.}} = \frac{Z_{\text{пост.ан.}}}{C_{\text{расч.уд.ан.}} - Z_{\text{пер.уд.ан.}}}, \text{ шт.} \quad (46)$$

$$A_{\text{кр.}} = \frac{51936000}{10421,6 - 6437,623} = 13036,2 \text{ шт.}$$

$$A_{\text{кр.}} = 13036$$

Графический метод вычисления точки безубыточности.

Данные, полученные в результате расчетов, используем для построения графика безубыточности.

Графический метод определения критической точки объема производства и реализации проектного варианта представлен на рисунке 41.

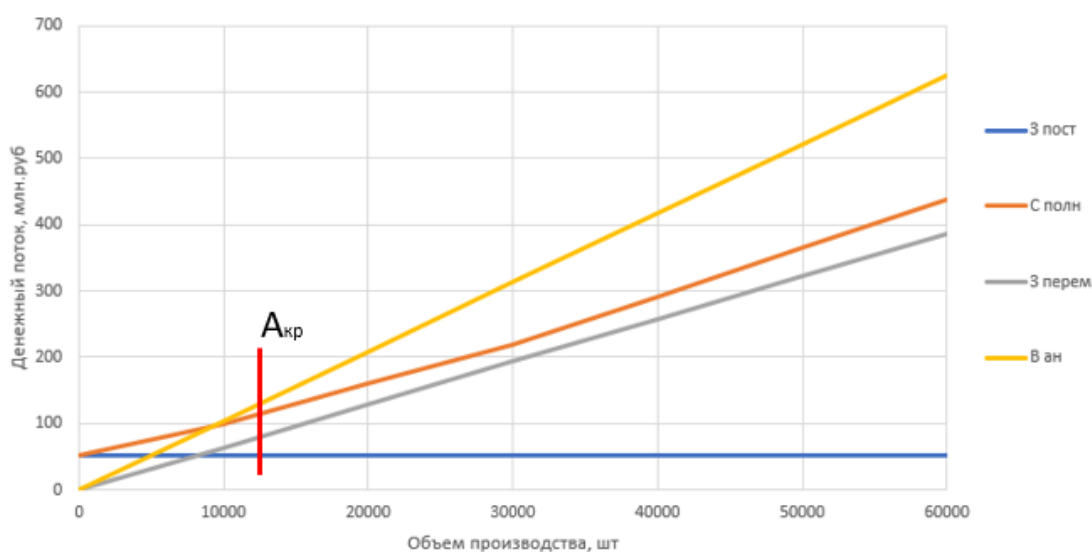


Рисунок 41 - График критического объёма продаж

5.3 Анализ коммерческой эффективности модернизации

Основные данные, которые применяются для определения эффективности внедрения модернизации, характеризующие с экономической точки зрения технические, технологические и организационные проектные решения, вычисляются:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;

- внутренняя норма доходности;
- потребность в дополнительном финансировании;
- индексы доходности инвестиций;
- срок окупаемости.

Условия финансовой реализуемости и показатели эффективности рассчитываются на основании денежного потока, конкретные составляющие которого зависят от оцениваемого вида эффективности. [16]

На протяжении срока эксплуатации модернизированного варианта, который является расчетным периодом, определяется эффективность инвестиций. За основу берут временной интервал от начала проекта до его прекращения. Начало расчетного периода рекомендуется определять в задании на расчет эффективности инвестиционного проекта.

Расчетный период разбивается на шаги – отрезки, в пределах которых производится агрегирование данных, используемых для оценки финансовых показателей. Шаги расчета определяются их номерами (0, 1, ...). Время в расчетном периоде измеряется в годах или долях года и отсчитывается от фиксированного момента $t_0 = 0$, принимаемого за базовый. Продолжительность разных шагов может быть различной.

В течение расчетного периода определяется увеличение объема производства по годам для вычисления количества проданных единиц. Количество произведенных изделий равномерно возрастает ежегодно на Δ , которое вычисляется по формуле:

$$\Delta = \frac{V_{МАК} - A_{КРИТ}}{n - 1}, \quad (47)$$

$$\Delta = \frac{60000 - 13036}{6 - 1} = 9392,8 \text{ шт}$$

где $V_{МАК} = V_{год}$ - максимальный объема продукции, шт.;

$A_{КРИТ}$ - критический объем продаж модернизированного изделия,
шт.;

n - количество лет, с учетом предпроизводственной подготовки.

Проект, как и любая финансовая операция, т.е. операция, связанная с получением доходов и (или) осуществлением расходов, порождает денежные потоки (потоки реальных денег). Исходная информация для определения денежного потока от операционной деятельности заключается в данных об объемах производства, о текущих затратах и продажах изделий.

Достаточным (но не необходимым!) условием финансовой реализуемости инвестиционного проекта является не отрицательность на каждом шаге величины накопленного сальдо потока.

Чистым доходом (другие названия – ЧД, Net Value, NV) называется накопленный эффект (сальдо денежного потока) за расчетный период, где суммирование распространяется на все шаги расчетного периода.

«Для вычисления чистого дохода необходимо рассчитать следующие показатели:

- выручка по годам;

Для сопоставимости получаемых результатов изменяющийся объем продаж рассчитывается только для проектного варианта и, на основе полученных объемов, производятся вычисления выручки.» [8]

$$\text{Выручка}_i = C_{\text{расч.}} \cdot V_{\text{прод}_i}, \quad (48)$$

$$\text{Выручка}_{(1)} = 10421,6 \cdot 22428,8 = 233743982,08$$

$$\text{Выручка}_{(2)} = 10421,6 \cdot 31821,6 = 331631986,56$$

$$\text{Выручка}_{(3)} = 10421,6 \cdot 41214,4 = 429519991,04$$

$$Выручка_{(4)} = 10421,6 \cdot 50607,2 = 527407995,52$$

$$Выручка_{(5)} = 10421,6 \cdot 60000 = 625296000$$

где $V_{prod_i} = A_{крит} + \Delta$ - объем продаж в i – году.

$$V_{prod(1)} = 13036 + 9392,8 = 22428,8$$

$$V_{prod(2)} = 22428,8 + 9392,8 = 31821,6$$

$$V_{prod(3)} = 31821,6 + 9392,8 = 41214,4$$

$$V_{prod(4)} = 41214,4 + 9392,8 = 50607,2$$

$$V_{prod(5)} = 50607,2 + 9392,8 = 60000$$

- переменные затраты по годам определяются и для базового и для проектного вариантов:

а) на единицу изделия

$$Z_{перем.уд.б(н)} = \Pi u + Z_O + Z_{доп.} + C_{с.в}, \quad (49)$$

$$Z_{перем.уд.б} = 6355,1 + 113,685 + 11,37 + 37,52 = 6517,675$$

$$Z_{перем.уд.л} = 6283 + 108,13 + 10,81 + 35,68 = 6437,62$$

б) на годовую программу выпуска изделия

$$Z_{перем.i} = Z_{перем.уд} \cdot V_{prod.i}, \quad (50)$$

Для базового варианта:

$$Z_{перем.(1)} = 6517,675 \cdot 22428,8 = 146183629,04$$

$$Z_{перем.(2)} = 6517,675 \cdot 31821,6 = 207402846,78$$

$$Z_{перем.(3)} = 6517,675 \cdot 41214,4 = 268622064,52$$

$$Z_{перем.(4)} = 6517,675 \cdot 50607,2 = 329841282,26$$

$$Z_{перем.(5)} = 6517,675 \cdot 60000 = 391060500$$

Для проектного варианта:

$$Z_{перем.(1)} = 6437,62 \cdot 22428,8 = 144388091,456$$

$$Z_{перем.(2)} = 6437,62 \cdot 31821,6 = 204855368,592$$

$$Z_{перем.(3)} = 6437,62 \cdot 41214,4 = 265322645,728$$

$$Z_{перем.(4)} = 6437,62 \cdot 50607,2 = 325789922,864$$

$$Z_{перем.(5)} = 6437,62 \cdot 60000 = 386257200$$

- постоянные затраты определяются для базового и для проектируемого изделия:

$$Z_{пост.б(н)} = Z_{пост.уд.б(н)} \cdot V_{год}, \quad (51)$$

$$Z_{пост.б} = 926,32 \cdot 60000 = 55579200$$

$$Z_{пост.н} = 865,6 \cdot 60000 = 51936000$$

где $V_{год}$ – максимальный объем продаж, шт.

$$Z_{пост.уд.б(н)} = C_{сод.обор.} + C_{инстр.} + C_{цех.} + C_{об.завод.} + C_{ком.}, \quad (52)$$

$$Z_{пост.уд.б} = 227,37 + 3,41 + 198,95 + 142,11 + 354,48 = 926,32$$

$$Z_{пост.уд.н} = 216,26 + 3,24 + 189,23 + 109,38 + 347,49 = 865,6$$

- амортизация определяется только для проектного варианта:

$$A_m = A_{м.уд.} \cdot V_{год}, \quad (53)$$

$$A_m = 28,535 \cdot 60000 = 1712100$$

где $V_{год}$ - максимальный объем продаж, шт.

$$A_{м.уд.} = (C_{сод.обор.} + C_{инстр.}) \cdot H_a, \quad (54)$$

$$A_{м.уд.} = (216,26 + 3,24) \cdot 0,13 = 28,535$$

где H_a - осредненная величина амортизационных отчислений, принимается равная 13%;

- полная себестоимость по годам определяется как для базового, так и для проектного вариантов:

$$C_{пол.i} = Z_{перем.i} + Z_{пост.}, \quad (55)$$

Для базового варианта:

$$C_{пол.(1)} = 146183629,04 + 55579200 = 201762829,04$$

$$C_{пол.(2)} = 207402846,78 + 55579200 = 262982046,78$$

$$C_{пол.(3)} = 268622064,52 + 55579200 = 324201264,52$$

$$C_{пол.(4)} = 329841282,26 + 55579200 = 385420482,26$$

$$C_{пол.(5)} = 391060500 + 55579200 = 446639700$$

Для проектного варианта:

$$C_{пол.(1)} = 144388091,456 + 51936000 = 196324091,456$$

$$C_{пол.(2)} = 204855368,592 + 51936000 = 256791368,592$$

$$C_{пол.(3)} = 265322645,728 + 51936000 = 317258645,728$$

$$C_{пол.(4)} = 325789922,864 + 51936000 = 377725922,864$$

$$C_{пол.(5)} = 386257200 + 51936000 = 438193200$$

- налогооблагаемая прибыль по годам:

$$Пр. обл.i = (Выручка_{i.n} - C_{пол.i.n.}) - (Выручка_{i.б.} - C_{пол.i.б.}), \quad (56)$$

$$Пр. обл.(1) = (233743982,08 - 196324091,456)$$

$$- (233743982,08 - 201762829,04) = 5438737,584$$

$$Пр. обл.(2) = (331631986,56 - 256791368,592)$$

$$- (331631986,56 - 262982046,78) = 6190678,188$$

$$Пр. обл.(3) = (429519991,04 - 317258645,728)$$

$$- (429519991,04 - 324201264,52) = 6942618,792$$

$$\begin{aligned}
\text{Пр. обл.}_{(4)} &= (527407995,52 - 377725922,864) \\
&\quad - (527407995,52 - 385420482,26) = 7694559,396 \\
\text{Пр. обл.}_{(5)} &= (625296000 - 438193200) - (625296000 - 446639700) \\
&= 8446500
\end{aligned}$$

- налог на прибыль взимается в размере 20% от налогооблагаемой прибыли по годам:

$$H_{\text{пр.}i} = \text{Пр. обл.}_i + 0,20, \quad (57)$$

$$\begin{aligned}
H_{\text{пр.}(1)} &= 5438737,584 \cdot 0,20 = 1087747,5168 \\
H_{\text{пр.}(2)} &= 6190678,188 \cdot 0,20 = 1238135,6376 \\
H_{\text{пр.}(3)} &= 6942618,792 \cdot 0,20 = 1388523,7584 \\
H_{\text{пр.}(4)} &= 7694559,396 \cdot 0,20 = 1538911,8792 \\
H_{\text{пр.}(5)} &= 8446500 \cdot 0,20 = 1689300
\end{aligned}$$

- прибыль чистая по годам:

$$\text{Пр. ч.}_i = \text{Пр. обл.}_i - H_{\text{пр.}i}, \quad (58)$$

$$\begin{aligned}
\text{Пр. ч.}_{(1)} &= 5438737,584 - 1087747,5168 = 4350990,0672 \\
\text{Пр. ч.}_{(2)} &= 6190678,188 - 1238135,6376 = 4952542,5504 \\
\text{Пр. ч.}_{(3)} &= 6942618,792 - 1388523,7584 = 5554095,0336 \\
\text{Пр. ч.}_{(4)} &= 7694559,396 - 1538911,8792 = 6155647,5168 \\
\text{Пр. ч.}_{(5)} &= 8446500 - 1689300 = 6757200
\end{aligned}$$

Следовательно, текущий чистый доход (сальдо денежного потока) по годам составит:

$$\text{ЧД}_i = \text{Пр. ч.}_i + A_M, \quad (59)$$

$$\text{ЧД}_{(1)} = 4350990,1 + 1712100 = 6063090,1$$

$$ЧД_{(2)} = 4952542,6 + 1712100 = 6664642,6$$

$$ЧД_{(3)} = 5554095 + 1712100 = 7266195$$

$$ЧД_{(4)} = 6155647,5 + 1712100 = 7867747,5$$

$$ЧД_{(5)} = 6757200 + 1712100 = 8469300$$

Дисконтирование вычисляется путем умножения значений денежного потока на коэффициент дисконтирования, который определяется по формуле:

$$\alpha_{t_i} = \frac{1}{(1+E_{cm_i})^t}, \quad (60)$$

где: E_{cm_i} – процентная ставка на капитал;

t – год приведения затрат и результатов (расчетный год).

«Определяя коэффициент дисконтирования, обычно исходят из гарантированного уровня рентабельности финансовых инвестиций, который обеспечивается государственным банком или операциями с ценными бумагами. Для дальнейших вычислений необходимо рассчитать коэффициенты дисконтирования для нижних и верхних процентных ставок на капитал $E_{ст.1}$...»[8]

«Для снижения трудоемкости и удобства применения методов, основанных на дисконтированных оценках, разработаны специальные статистические таблицы, где, в зависимости от временного интервала, даются значения коэффициента дисконтирования.»[8]

Далее рассчитывается дисконтированное сальдо суммарного потока реальных денег по шагам:

$$ДСП(i)_t = ЧД(i) \cdot \alpha_{t_i}(E_{cm_i}), \quad (61)$$

$$ДСП(1)_{t1} = 6063090,1 \cdot 0,909 = 5511348,9$$

$$ДСП(2)_{t1} = 6664642,6 \cdot 0,826 = 5504994,8$$

$$ДСП(3)_{t1} = 7266195 \cdot 0,753 = 5471444,8$$

$$ДСП(4)_{t1} = 7867747,5 \cdot 0,683 = 5373671,5$$

$$ДСП(5)_{t1} = 8469300 \cdot 0,621 = 5259435,3$$

Потребность в капиталобразующих инвестициях рассчитывается по формуле:

$$J_o = K_{инв.} \cdot \Sigma C_{пол.н.i}, \quad (62)$$

$$J_o = 0,01 \cdot 1586293228,64 = 15862932,3$$

где $K_{инв.}$ – коэффициент капиталобразующих инвестиций

Чистый дисконтированный доход рассчитывается по формуле:

$$ЧДД = \Sigma_{i=0}^T ДСП(1)_t - J_o, \quad (63)$$

$$\Sigma_{i=0}^T ДСП(1)_t = 27120895,3;$$

$$ЧДД1 = \sum_{i=0}^T ДСП(1)_t - J_o = 27120895,3 - 15862932,3 = 11257963$$

Индекс доходности инвестиций:

$$JD = \frac{ЧДД}{J_o}, \quad (64)$$

$$JD = \frac{11257963}{15862932,3} = 0,71$$

Срок окупаемости проекта:

$$T_{окуп.} = \frac{J_o}{ЧДД}, \quad (65)$$

$$T_{окуп.} = \frac{15862932,3}{11257963} = 1,4$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 16:

Таблица 16 – Результаты расчетов

№ п/п	Наименование показателей	Годы					
		0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Объем продаж $V_{prod.i}$ (шт.)	-	22428,8	31821,6	41214,4	50607,2	60000
2	Расчетная цена за единицу продукции $C_{расч.}$, (руб.)	-	10421,6				
3	Выручка, (руб.)	-	233743982,0	331631986,5	429519991,0	527407995,5	625296000
4	Переменные затраты (руб.)	-					
	$Z_{перем.б.}$	-	146183629,0	207402846,7	268622064,5	329841282,2	391060500
	$Z_{перем.н.}$	-	144388091,4	204855368,5	265322645,7	325789922,8	386257200
5	Амортизация, A_m (руб.)	-	1712100				
6	Постоянные затраты, (руб.)	-	55579200				
	$Z_{пост.б.}$	-	51936000				
7	Полная себестоимость, (руб.)	-	201762829,0	262982046,7	324201264,5	385420482,2	446639700
	$C_{пол.б.}$	-	196324091,4	256791368,5	317258645,7	377725922,8	438193200
8	Налогооблагаемая прибыль, (руб.)	-	5438737,584	6190678,188	6942618,792	7694559,396	8446500
9	Налог на прибыль, (руб.)	-	1087747,52	1238135,64	1388523,76	1538911,88	1689300

10	Прибыль чистая, (руб.)	-	4350990,1	4952542,6	5554095,0	6155647,5	6757200	
1	2	3	4	5	6	7	8	
11	Текущий чистый доход, ЧД, (руб.)	-	6063090,1	6664642,6	7266195	7867747,5	8469300	
12	Коэффициент дисконтирования α_{t_1} при $E_{ст.1}$	-	0,909	0,826	0,753	0,683	0,621	
13	Дисконтированное сальдо потока реальных денег, (руб.) $ДСП_1$	-	5511348,9	5504994,8	5471444,8	5373671,5	5259435,3	
14	Капиталообразующие инвестиции, J_o (руб.)	158 629 32, 3	-					
15	Суммарное дисконтированное сальдо потока реальных денег, (руб.) $\sum ДСП_1$	-	27130895,3					
16	Чистый дисконтированный доход, ЧДД _t , (руб.)	-	11257963					
17	Индекс доходности инвестиций JD	-	0,71					
18	Срок окупаемости проекта $T_{окуп.}$, ГОД	-	1,4					

Вывод.

Проведенные расчеты целесообразности данной модернизации сиденья позволяют сделать вывод об экономической эффективности проекта. В рамках жизненного цикла транспортного средства срок окупаемости небольшой и составляет 1,4 года, однако индекс доходности равен 0,71.

Анализируя данные расчеты, можно сделать вывод о целесообразности внедрения модернизации. В результате этих мероприятий будут улучшены потребительские качества, а также снижена себестоимость.

В завершение данного раздела нужно отметить, что конкуренция на автомобильном рынке нарастает и для поддержания своей доли потребительского спроса необходимо постоянно отвечать требованиям клиента не только в комфорте, но и в надежности. Это обязывает поставщиков компонентов и предприятия производители совершенствовать конструкцию изделий, а также технологию их производства. В данной работе были рассчитаны и проанализированы затраты необходимые для модернизации и внедрения проектного сиденья и произведено сравнение с базовым вариантом.

Заключение

Главной задачей дипломного проекта было повышение надежности и потребительских свойств сидений автомобиля LADA NIVA Legend. Кроме того, благодаря данной модификации удалось обновить конструкцию с учетом современных требований безопасности.

Для поиска наиболее подходящих технических решений, был исследован современный автомобильный рынок и выбран наиболее удачный вариант с учетом особенности данного автомобиля.

В графической части представлены детали корпуса, облицовки и рукоятки механизма откидывания. Также для крепления корпуса разработан кронштейн для крепления изделия к каркасу сиденья.

В конструкторской части проведена оценка на соответствие требованиям регламента для обеспечения безопасности пассажиров заднего ряда при внедрении данного решения. Рассчитано усилие на рукоятке для улучшения потребительских качеств.

В технологической части представлены карты сборочных операций, определен тип производства и рассчитан необходимый такт выпуска продукции.

Были рассмотрены аспекты безопасности автомобиля в целом, а также сиденья, как важной составляющей пассивной безопасности.

Рассчитаны экономические показатели эффективности проекта. Произведен расчет себестоимости изготовления сиденья в условиях опытного производства.

На основании всего изложенного, считаю задачи, поставленные в рамках дипломного проекта полностью выполненными.

Список используемой литературы и используемых источников

1. ГОСТ Р 41.17-2001. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении прочности сидений, их креплений и подголовников. - Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002 – 37 с.
2. ГОСТ 28261-89 Автотранспортные средства. Порядок определения положения точки Н и фактического угла наклона спинки сиденья посадочных мест водителя и пассажиров. - Москва: Стандартинформ, 2006 – 10с.
3. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. [Текст] / В. И. Анурьев - М.: Машиностроение, 1982. - 728 с.
4. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник [Текст] / Б. С. Васильев, М. С. Высоцкий, К. Л. Гаврилов – М.: Машиностроение, 2004. - 704 с.
5. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
6. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования : учеб. пособие [Текст] / С.Ф. Головин. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 282 с.
7. Зайцев, С.А. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов: учеб. пособие / С.А. Зайцев. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2012. – 123 с.
8. Капрова, В.Г. Организация производства. Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов специальностей автомобиле- и тракторостроение всех форм обучения [Текст] / В. Г. Капрова - Тольятти: ТГУ, 2008. – 112 с.

9. 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.

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

11. 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.

12. 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.

13. Стуканов, В. А. Автомобильные эксплуатационные материалы. Лабораторный практикум : учеб. пособие [Текст] / В.А. Стуканов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. — 304 с.

14. Черепанов, Л.А. Тяговой расчет автомобиля [Текст] / Л. А. Черепанов – М.: Машиностроение, 1977. —39 с.

15. Черный, В.В. Технологический процесс сборки узлов машин и аппаратов: Методические указания / Авт.-сост.: В.В. Черный, В.А. Богущ - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 24 с.

16. Brewer, F. (2015). Additive manufacturing: Costs, cost effectiveness and industry economics. (pp. 1-168)

17. The study for dynamic evaluation method for assessing whiplash-associated disorder in rear impact, Hiroyuki Asada, Katsumi Nawata, Masahide Sawada. JAMA. Japan.

URL: <https://www-esv.nhtsa.dot.gov/Proceedings/21/09-0302.pdf>

18. Evans, A. T. (2015). Automobiles and the automotive industry: Emerging technologies, environmental impact and safety analysis. (pp. 1-141)

19. Assessment of the impact of sub-components on the dynamic response of a coupled human body/automotive seat system. Romain Barbeau, Thomas Weisser, Raphaël Dupuis, Évelyne Aubry, Samuel Baudu. France

URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03487372/document>

20. DESIGN PARAMETERS OF DRIVER SEAT IN AN AUTOMOBILE
Hanumant N. Kale¹ , C. L. Dhamejani. India

URL: <https://ijret.org/volumes/2015v04/i06/IJRET20150406076.pdf>

Приложение А

Графики тягово-динамического расчета.

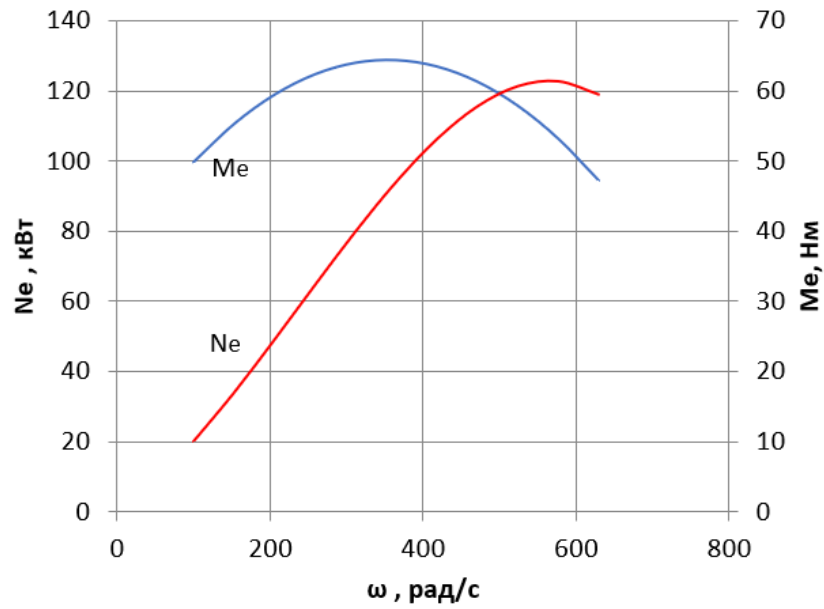


Рисунок А.1 - Внешнескоростная характеристика двигателя 21214

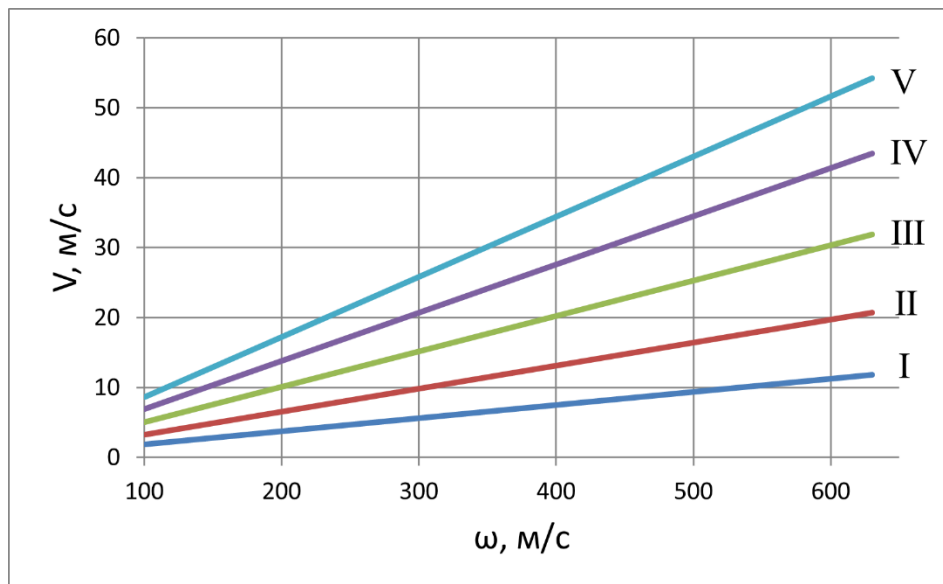


Рисунок А.2 - Скорости на разных передачах

Продолжение Приложения А

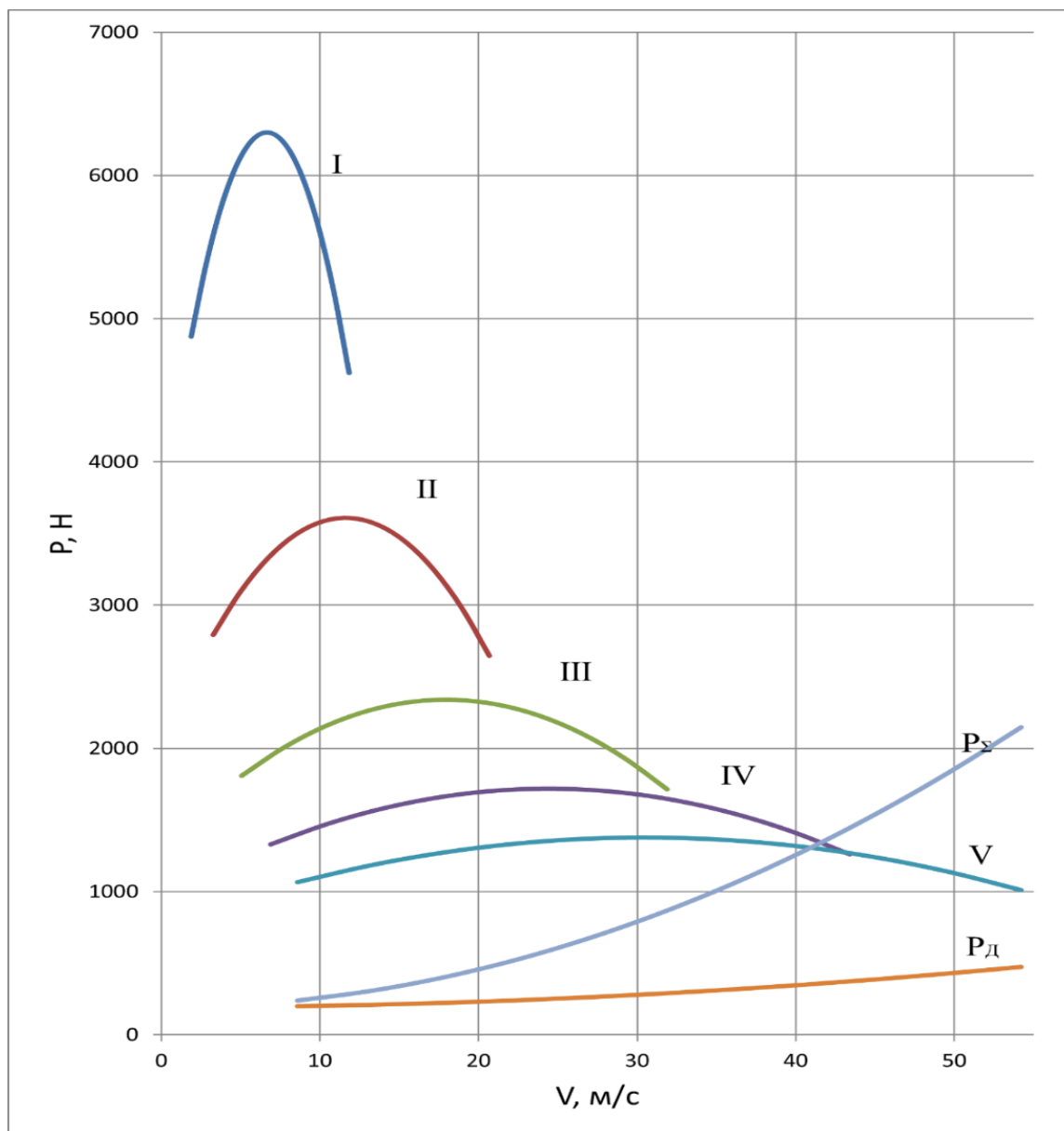


Рисунок А.3 - Тяговый баланс автомобиля

Продолжение Приложения А

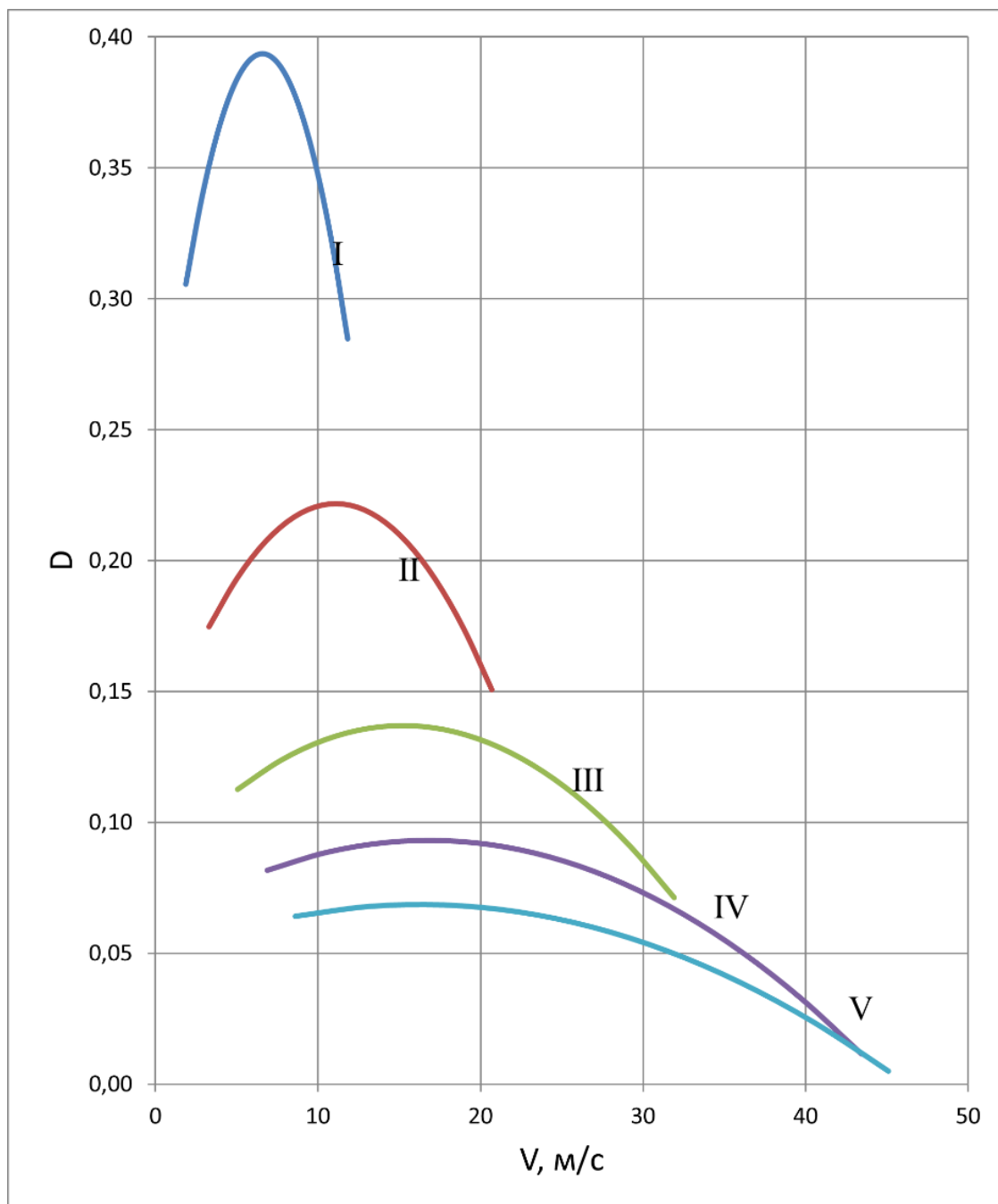


Рисунок А.4 - Динамический фактор

Продолжение Приложения А

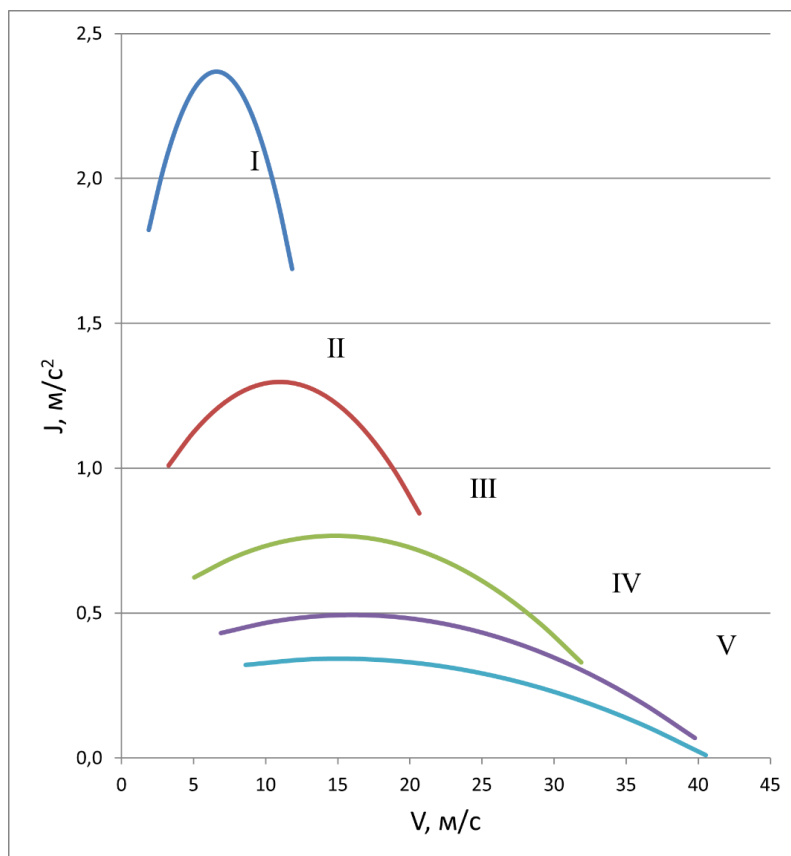


Рисунок А.5 - Ускорения на каждой передаче

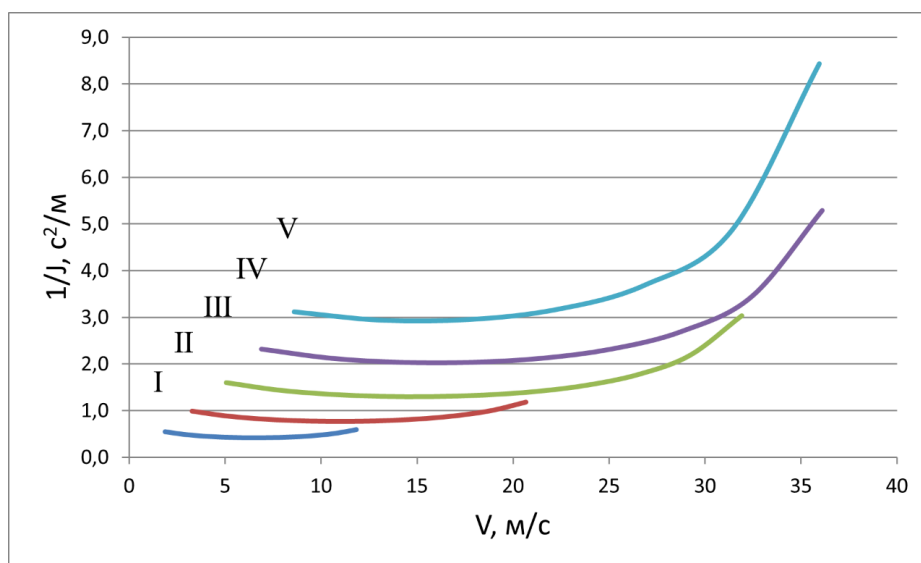


Рисунок А.6 - Обратные ускорения на каждой передаче

Продолжение Приложения А

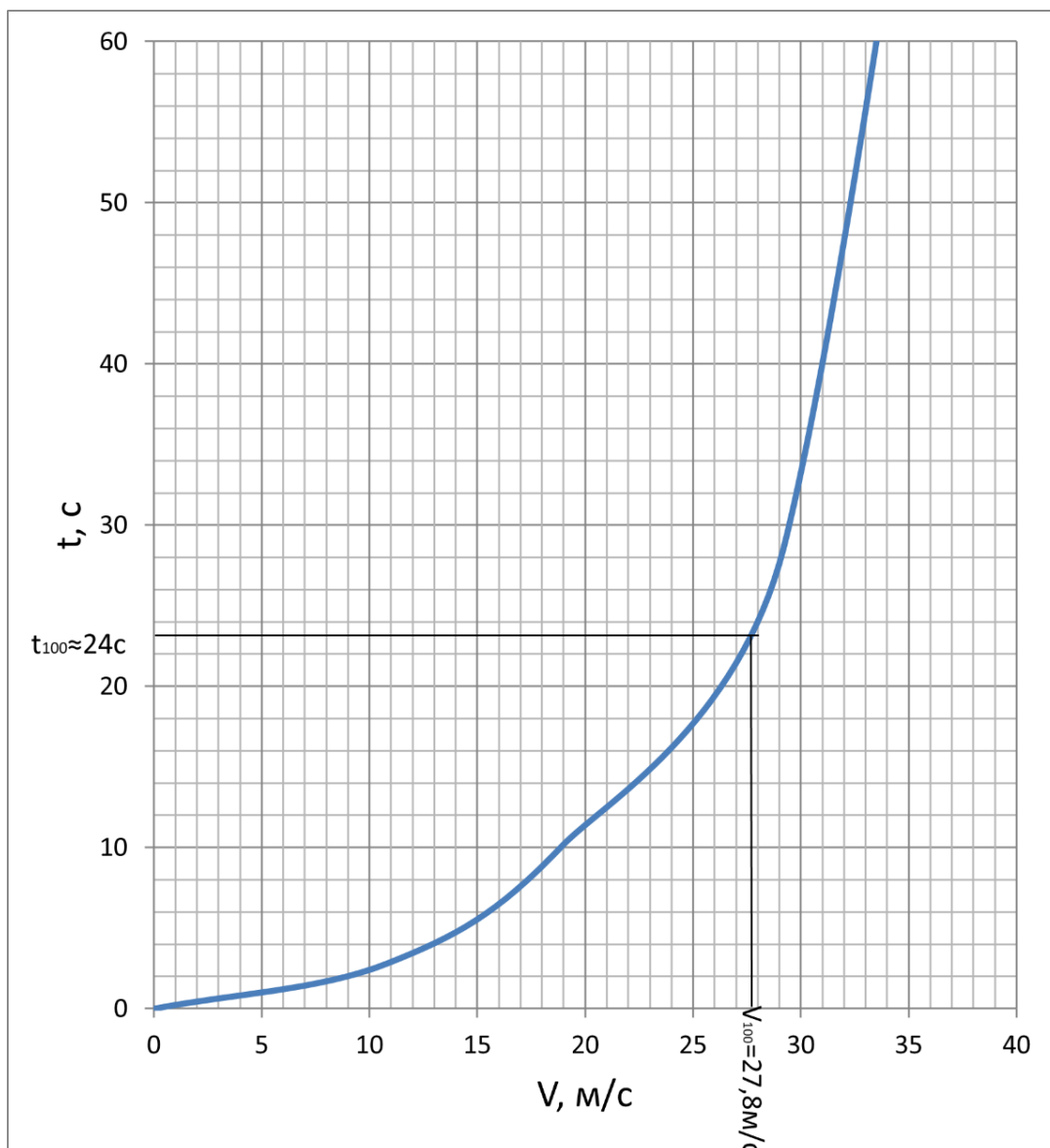


Рисунок А.7 - Время разгона

Продолжение Приложения А

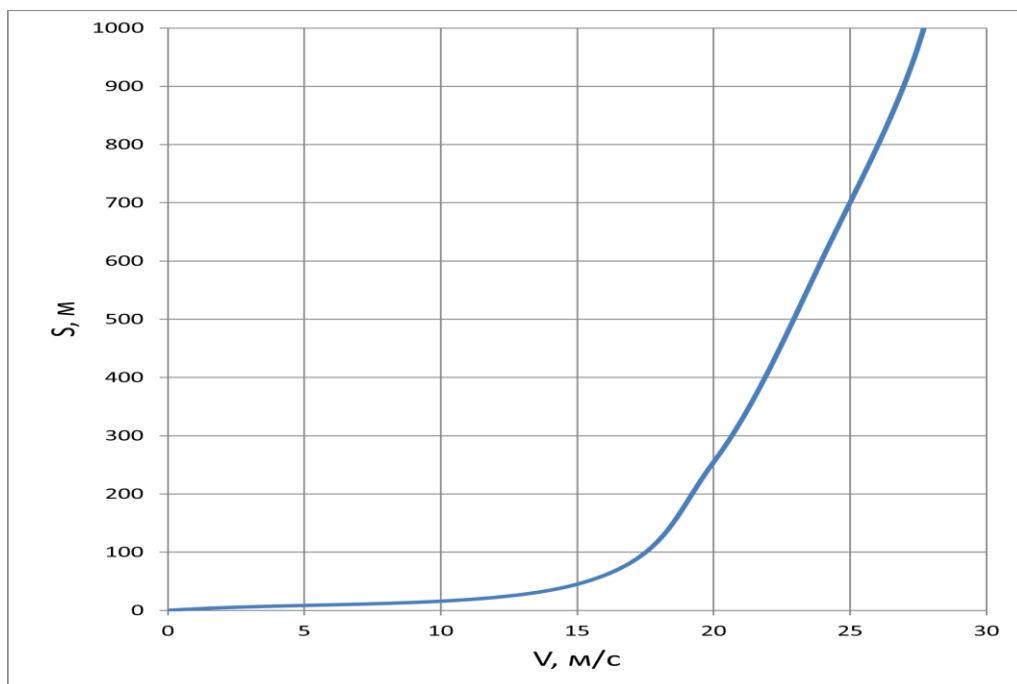


Рисунок А.8 - Путь разгона

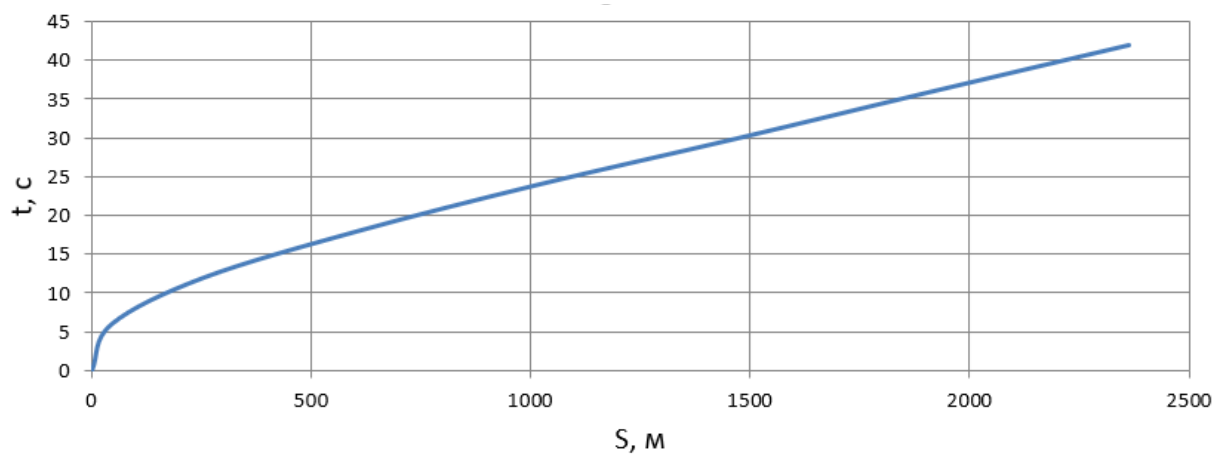


Рисунок А.9 - График интенсивности разгона

Продолжение Приложения А

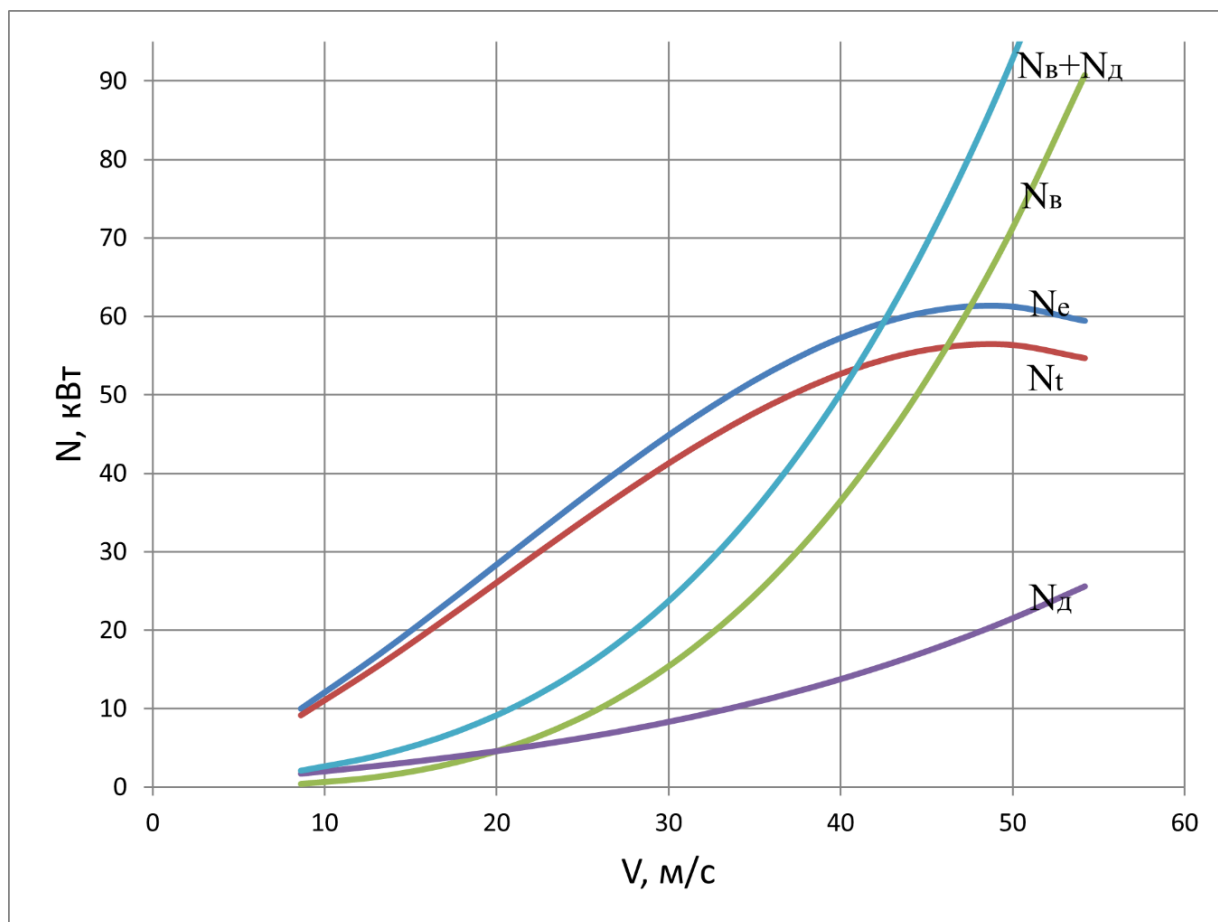


Рисунок А.10 - Мощностной баланс автомобиля на передаче, обеспечивающей V_{max} автомобиля

Продолжение Приложения А

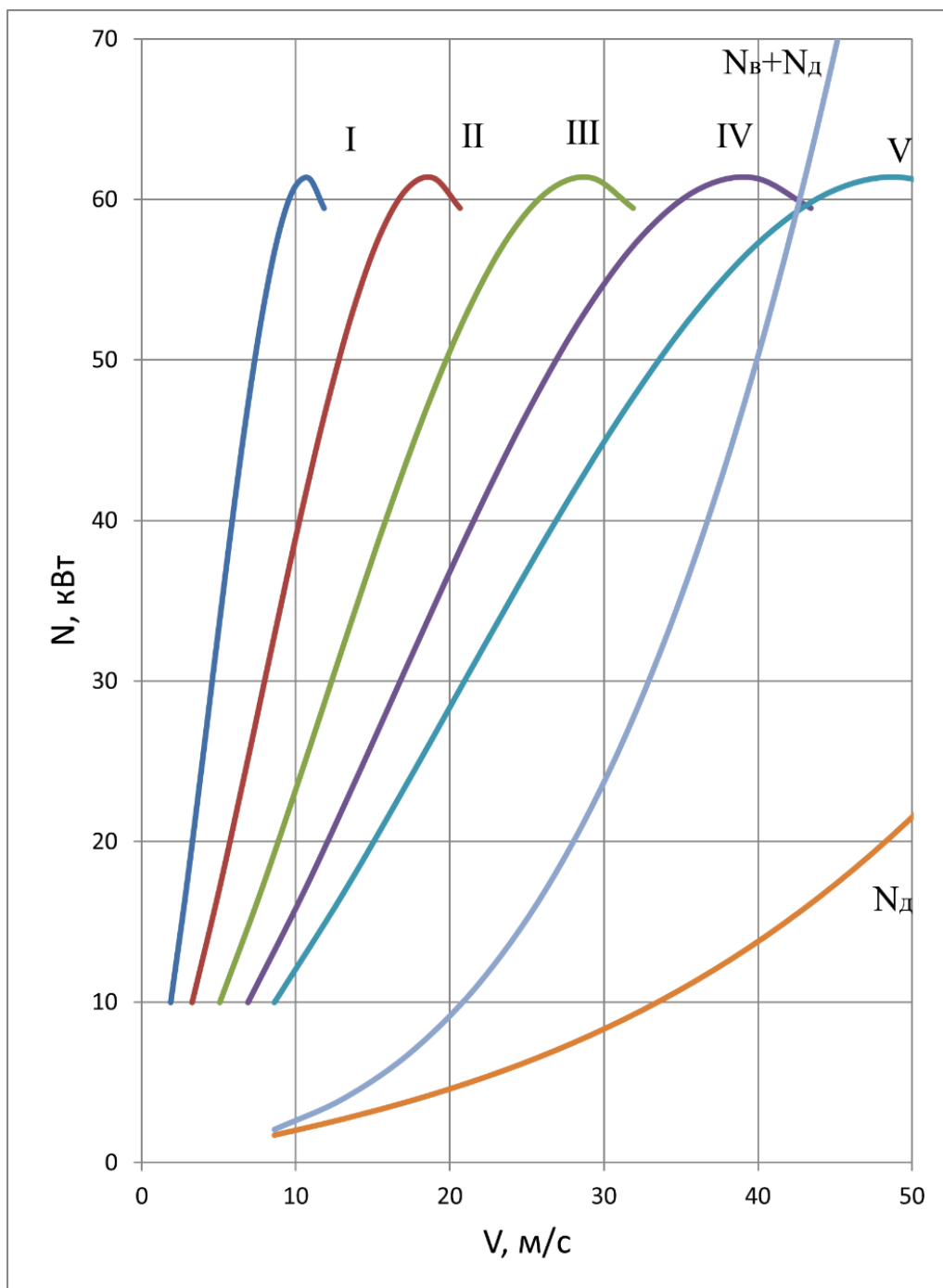


Рисунок А.11 - Мощностной баланс автомобиля на различных передачах

Продолжение Приложения А

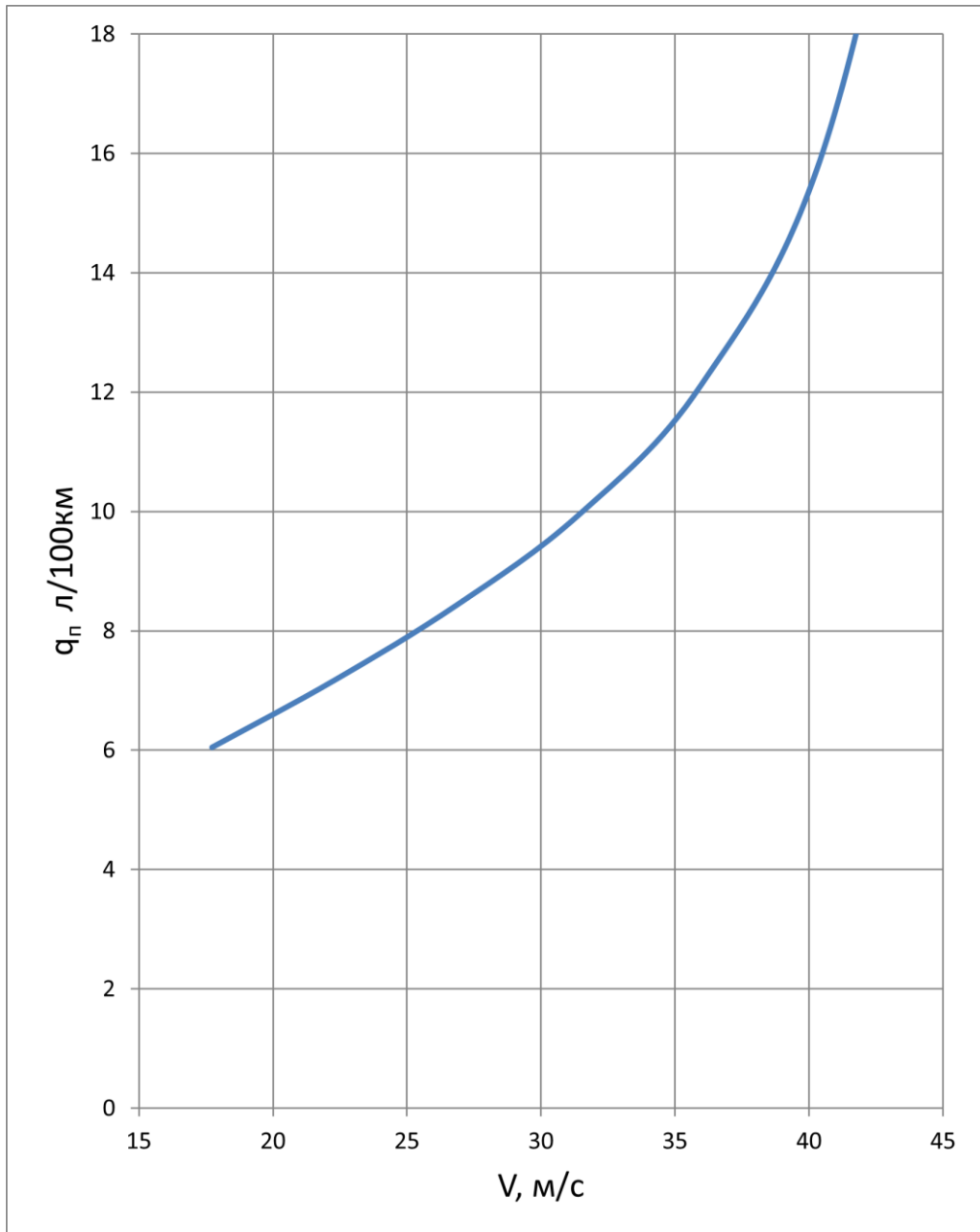


Рисунок А.12 - Топливо-экономическая характеристика автомобиля

Приложение Б

Спецификации

	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					<i>Документация</i>		
	A1			22.ДП.01.199-6810011 СБ			
Справ. №					<i>Сборочные единицы</i>		
	A1	1		22.ДП.01.199.00.000 СБ	Механизм откидывания спинки левый в сборе	1	
		2		22.ДП.01.199-6818010	Подголовник переднего сиденья в сборе	1	
					<i>Детали</i>		
Подп. и дата	A1	3		22.ДП.01.199-6813015	Каркас переднего сиденья левый с салазками	1	
		4		22.ДП.01.199-6815082	Набивка спинки переднего сиденья	1	
Инв. № дубл.		5		22.ДП.01.199-6812610	Обивка спинки переднего сиденья	1	
		6		22.ДП.01.199-6813082	Набивка подушки переднего сиденья	1	
Взам. инв. №		7		22.ДП.01.199-6812310	Обивка подушки переднего сиденья	1	
		8		22.ДП.01.199-6814308	Облицовка переднего сиденья	1	
Подп. и дата	22.ДП.01.199-6810011 СБ						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № подл.	Разраб.	Петров И.С.				Лит.	Лист
	Пров.	Прокопьев М.В.					1
	Сиденье переднее левое в сборе						Листов
	Н.контр.	Прокопьев М.В.				ТГУ, АТс-1701з	
	Чтв.	Бадрабский А.В.					

Копировал

Формат А4

Рисунок Б.1 – 1 лист спецификации на сиденье в сборе

Продолжение Приложения Б

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			22.ДП.01.199.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
A1	1		22.ДП.01.199.00.100	Корпус	1	
A2	2		22.ДП.01.199.00.200	Облицовка	1	
A2	3		22.ДП.01.199.00.300	Рукоятка	1	
	4		22.ДП.01.199.00.400	Пружина скручивания	1	
	5		22.ДП.01.199.00.500	Трос	1	
	6		22.ДП.01.199.00.600	Оболочка троса	1	
	7		22.ДП.01.199.00.700	Фиксатор	1	
	8		22.ДП.01.199.00.800	Бобышка тросика	2	
22.ДП.01.199.00.000 СБ						
Изм. лист		№ докум.		Подп.	Дата	
Разраб. Петров И.С.						
Пров. Прокопьев М.В.						
И.контр. Прокопьев М.В.						
Утв. Бадровский А.В.						
				Механизм откидывания спинки левый в сборе		
				ТГУ, АТс-1701г		
				Лит. Лист Листов 1 1 1		
				Копировал Формат А4		

Рисунок Б.3 – Спецификация на механизм откидывания спинки в сборе