

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 кафедры)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Переднеприводный легковой автомобиль 2-го класса.

Модернизация коробки передач

Студент

А.С. Суродеев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Н. Лата

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

О.М. Сярдова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

20 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Автомобиль сегодня должен иметь высокую эффективность, длительный срок службы, безопасность вождения, удобство обслуживания и устойчивость на дороге.

Тема дипломного проекта: “Переднеприводный легковой автомобиль второго класса. Модернизация коробки передач”. Автомобиль должен отвечать современным требованиям, то есть иметь быстрое ускорение, плавное сцепление, бесшумную коробку передач, надежные системы торможения и рулевого управления, надежную систему зажигания.

Дипломный проект состоит из 121 страниц, включая введение, разделы конструкторской, технологической, экономической частей и раздела объекта безопасности. Он также имеет графическую часть 8 листов А1.

Первая часть посвящена проектированию разрабатываемого узла, его текущим тенденциям развития, а также классификации существующих типов конструкций.

Вторая часть проекта посвящена расчетам конструкции транспортного средства. Эта часть касается динамического расчета транспортного средства, расчета характеристик транспортного средства и расчета конструкции.

Третья часть дипломного проекта - безопасность и экологичность проекта.

Четвертая часть посвящена экономическим расчетам себестоимости разрабатываемого узла. Расчет точки безубыточности для данного проекта и расчет экономической эффективности.

Эта модернизация, описанная в дипломном проекте, может быть внедрена в массовое производство.

ABSTRACT

The automobile of today must have high efficiency, long service life, driving safety, ease of maintenance and be stable on the road.

The topic of the diploma work is “Front-wheel drive passenger car of the second class. Gearbox upgrade”. The automobile must meet up-to-date demands, that is, it must have rapid acceleration, smooth-acting clutch, silent gearbox, dependable braking and steering systems, dependable ignition system.

The diploma work consists of 82 pages, including introduction, and chapters of design, technological, economic parts and the section of the security object. It also have a graphic part of 8 sheets A1.

The first part is concerned with the design of the developed unit, its current development trends, as well as the classification of existing types of constructions.

The second part of the work is dedicated to vehicle design calculations. This part is concerned the dynamic calculation of the vehicle, the calculation of the characteristics of the vehicle and the calculation of the design.

The third part of the diploma work - safety and environmental friendliness of the project.

The forth part is concerned with economical calculations for piece-price of the developed product. Calculation is concerned of breakeven point for this project and evidence calculation for economic efficiency.

This modernization, described in the diploma work, could be implemented into current mass production.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1. Назначение и требования предъявляемые коробкам передач.....	6
1.2. Классификация конструкций коробок передач.....	8
1.3. Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию коробки передач.	14
1.4. Состав и описание вносимых изменений в конструкцию коробки передач.	14
2 Конструкторская часть	15
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	16
2.2 Расчет деталей коробки передач	42
3 Безопасность и экологичность объекта.....	63
4 Экономическая эффективность проекта	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	84
ПРИЛОЖЕНИЯ	86

ВВЕДЕНИЕ

Тема автомобильной промышленности-одно из ведущих направлений развития мировой экономики. Эффективная эксплуатация автотранспортных средств очень важна для всех других отраслей промышленности. Инновации и развитие новых технологий также имеют важное значение для развития всей мировой промышленности.

Основными направлениями дальнейшего развития технического уровня автомобиля являются снижение расхода топлива и масла, снижение трудоемкости сбора, снижение материальных затрат на автомобильное производство, снижение шума, токсичности выхлопных газов, повышение надежности и безопасности автомобиля.

Вы можете достичь топливной эффективности за счет снижения веса автомобиля, повышения аэродинамики кузова, установки современных двигателей или перехода на другие виды топлива, такие как природный газ или дизель. Более совершенная картина в применении передачи и других узлов. Технология широко используется в автомобилях в оптимальных условиях. Качество автомобиля может быть уменьшено новыми конструкционными материалами технологии, алюминием, волокном углерода, предварительной высокопрочной сталью, легированной сталью, etc.

Внедрение системы трехмерного проектирования позволит снизить трудоемкость строительных работ и обеспечить высокую точность и высокое качество изготовления автоматизированных линий.

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение динамики автомобиля и, в то же время, общая структура дизайна остается неизменной.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и требования предъявляемые к коробкам передач.

Коробка передач предназначена для обработки крутящего момента и скорости вращения коленчатого вала двигателя, чтобы обеспечить различные тяги и скорости на ведущих колесах автомобиля. Это необходимо для запуска и расширения автомобиля и вождения в различных дорожных условиях. Кроме того, коробка передач должна иметь возможность перемещать автомобиль назад и долгое время отключать двигатель и коробку передач. С этой целью характеристики коробки передач определяются крутящим моментом двигателя внутреннего сгорания и, таким образом, не могут гарантировать автомобиль в различных условиях движения.[3], [4]

Общие требования к трансмиссии.

1) обеспечить необходимые динамические и экономические качества для автомобиля. Динамическое качество определяется нижней передачей в коробке передач передаточное отношение должно быть выбрано таким образом, что, с одной стороны, гарантируется динамика автоматического ускорения, с другой стороны, нет зазора с экономической коробкой передач, которая обеспечивает экономическую модель атомного движения. Как правило, динамические характеристики транспортного средства проходят время ускорения оценивается в диапазоне 0-100 км/ч. В последнее время динамические характеристики также оцениваются в виде раз ускорение в диапазоне 40-100, 60-100, 80-120км/ч и тому подобное. Необходимо оценить динамические характеристики автомобиля, чтобы имитировать обгон. Оцените эффективность автомобиля для различных видов спорта. Центры: городской транспорт, земля и смешанный. В то же время в городском движении влияние экономической техники высокое

Минимальный, так как в окружающей среде высокая связь используется редко. В то же время для пригородного транспорта, который выше, прежде всего, сделают экономические характеристики автомобиля. [2] [3]

2) обеспечение нейтральной передачи.

Требуется много времени, чтобы отключить двигатель, и коробка передач находится на холостом ходу из-за требований двигателя, когда автомобиль стоит. Его легко обеспечить механической коробкой передач, но, например, для гидротрансформатора-для этого требуется специальный режим управления.

3) обеспечьте удобство управления передачи. Передача, как и все элементы управления, требует механического воздействия со стороны водителя, что, в свою очередь, приводит к усталости водителя. Таким образом, рычаг управления коробкой передач включается и выключается, когда усилие, ход зазора-все это важные параметры, которые формируют элементы управления коробкой передач и должны внимательно следить на этапе проектирования.

4) обеспечить низкий уровень шума и вибрации. [6], [8]

Коробка передач является источником шума и вибрации, и из-за его функциональных и конструктивных особенностей уровень шума и вибрации коробки передач всегда контролируется параметрами. В последние годы норма становится особенно важной, так как потребительский спрос на шум и снижение вибрации продолжает расти. Следует также учитывать, что уровень шума является законодательно ограниченной особенностью автомобиля.

5) обеспечивает высокую эффективность. Эффективность-это общая оценка дизайна коробки передач. Из-за всех дефектов конструкции технология и производство приводят к снижению эффективности передачи. Для современности

КПД механических трансмиссий, автомобилей, составляет около 0.90...0,94.

6) гарантирует надежность в эксплуатации. Современные подходы к

работе автомобилей, чтобы определить вероятность сбоев компонентов или компонентов автомобиля во время проектирования (обычно 150...300.000 км). То есть передача (и другие компоненты) должна с высокой вероятностью обеспечить бесперебойную работу. [4]

7) в большинстве автомобилей современная коробка передач имеет только регулярный режим обслуживания-это замена масла (как правило, один раз на 30...100 тысяч километров автомобиля). Это / техническое обслуживание должно снизить затраты на обслуживание коробки передач во время работы. [10]

8) обеспечьте низкую цену. Стоимость передачи всегда должна учитываться в сочетании с ее функцией. То есть каждая дополнительная функция имеет определенное значение. Например, с шестиступенчатой коробкой передач по сравнению с пятиступенчатой, необходимо оценить преимущества и дополнительные затраты.

В дополнение к общим требованиям предъявляются особые требования к двигателям применяются иногда, как: возможность *abgeschleppte* автомобили-предоставить возможность выбирать ток из коробки передач, и наоборот-возможность предоставления дополнительной мощности. [5]

1.2 Классификация конструкций коробок передач

По количеству этапов перевода делится на три типа: один бесступенчатый и частично бесступенчатый и совершенно бесступенчатый. Коробка передач может быть полностью разделена CVT и статические коробки передач и коробки передач с динамической коробкой передач.

В зависимости от типа передачи, CVT и самоустанавливающийся и неустраиваемый тип могут быть разделены. Гидротрансформатор-это саморегулирующаяся конструкция, а гидростатическая (гидростатическая) передача не является саморегулирующейся. [6], [7]

По принципу передачи крутящего момента двигателя трансмиссия делится на следующие типы:

- 1) передача, импульс, трение;
- 2) сжиженный нефтяной газ (гидроэлектрический-статус или гидроэлектрический-объемный и гидроэлектрический-динамический);
- 3) гидромеханический (сочетание первых двух видов);
- 4) Электрические.

На автомобилях установлены ступенчатая механическая коробка передач и бесступенчатая или частично бесступенчатая гидромеханическая коробка передач; в редких случаях требуются гидравлические приводы и электроприводы. Все остальные виды переводов производятся только в прототипе.

Электрическая передача очень тяжелая и требует много меди для производства. Они используются для окон и специальных транспортных средств.

Основными элементами гидро-и гидро-механических трансмиссий, которые обеспечивают плавное изменение передаточного отношения, являются гидро-трансформаторы.

Гидравлическая динамическая передача не рекомендуется особенно хорошо из-за ограниченного максимального поворота и не самой лучшей производительности.

Широкий ассортимент гидромеханических редукторов. Поскольку гидротрансформатор является хорошим механизмом ускорения, он необходим для автобусов, которые характеризуются частыми остановками работы. В легковых автомобилях относительно мало гидроэлектрических редукторов. Преимущества этой передачи являются: возможность улучшения управления, очень низкие скорости движения, при перегрузках, отключение двигателя не возможно, гладкость и скорость двух. Но он также имеет следующие недостатки: сложность конструкции, высокие эксплуатационные расходы и низкая эффективность гидроэлектростанций.[8], [9]

Будет представлена структурная схема четырех планетарных редукторов типа Wilson, которые установлены совместно с гидравлической муфтой. Четырех-и пятиступенчатая трансмиссия Wilson используется в английской и французской автомобильной промышленности для языка и автобусов и специальных транспортных средств.

При использовании планетарных редукторов увеличивается сложность и, следовательно, стоимость строительства. Установка планетарных редукторов на тяжелых грузовиках может быть продемонстрирована возможностью разветвления силового потока, тем самым уменьшая размер генов. Следует отметить, что большая часть пространства в планетарной передаче обычно не является полюсом., И блокировка тормозов и трения, с помощью которых активируется та или иная передача; следовательно, планетарная многоступенчатая передача не является универсальной.

На данный момент планетарная передача (без гидротрансформатора-Тора) находится в основном наборе. Помимо угла Уилсона, они также используют планетарные трансмиссии Hobbs, Costard и т. д.

Иногда планетарной передачи будет разработан в качестве дополнения к нормальному углу с фиксированной волны(например, ускорение работы) gebraucht.De программы и дизайн ускоренного Редукторов от британской компании Moss передачи, для монтажа в передней части коробки передач с передаточным отношением, равным 0. 75. Ускорение работы по вакуумной камере контролируется Замедлил создан. При переходе на прямой привод блокируемая планетарная передача проходит с механизмом свободного хода. В Э том случае, когда прибрежный двигатель автоматически отделяется от коробки передач. Для потока, дар быстрая передача. Планетарные редукторы могут быть внешними и внутренними (обычно в сочетании с внешними). Окончательная передача имеет высокую Э ффективность. [10], [11]

В редукторах с фиксированными осями переключение передач может осуществляться с помощью подвижных передач или с помощью передач-с помощью подвижной зубчатой муфты. Первый метод чашки главным образом

использован для передачи, одной передачи и обратной передачи, пока другой механизм переключения передач с вторым методом. Передача, в которой все гены переключаются через активную передачу, в настоящее время используется очень редко, так как невозможно установить нормальный synchrony. Кроме того, наличие ников и трещин на концах зубов, которые возникают при переключении, может ослабить зубы и увеличить трещины из-за нарушения правильного вмешательства картриджа. Но эти коробки передач имеют минимальную ставку и измерения. Некоторое выполнение всех операций переключения передач в коробке передач осуществляется только

Зубчатая муфта. Наличие шестерен, которые постоянно включены, позволяет устанавливать синхронизатор и использовать наклонный зуб, а не прямой, тем самым уменьшая шум. Жезл. С елочкой зубы не распространены и не растут, хотя в некоторых случаях они используются даже в передаче малолитражек. Не исключено, что с улучшением технологии будут использоваться такие зубы шириной.

Редукторы с фиксированными валами состоят из незагруженных включений (синхронизаторов) и без них. Синхронизаторы для грузовых передач становятся все более распространенными (см. Рисунок 1).1.3)..

Автобусы в Германии ходят, в горах, с шестиступенчатой коробкой передач. Эти брюки Многоосные. Коробки передач переключаются с помощью многодисковой муфты.

Эта коробка передач обеспечивает возможность переключения передач без прерывания передачи мощности, то есть, а также в планетарных передачах. Однако его размер и вес очень велики, несмотря на использование алюминиевого Картера. Этот тип передачи, 50 кг холодного крутящего момента передает, весит 250 кг и передает ДЭ вид Браун 557, предназначен для переноски тот же крутящий момент, с весом 186 кг. [12]

Для автобусов в сочетании с гидродинамическим динамометрическим преобразователем были разработаны трех-и двухступенчатые передачи одного и того же гидромеханического типа.

Коробка передач, в которой автомобиль движется большую часть времени, имеет тенденцию делать прямую линию, то есть передавать силу непосредственно с привода на приводной вал без коробки передач. Это уменьшает диссипацию и износ передач и поворота. Для этого коробки передач и приводной вал и приводной вал расположены коаксиально в самом дальнем.

Четырехступенчатая коробка передач в настоящее время наиболее широко используется схема четырехступенчатой коробки передач с постоянными решетчатыми редукторами. Эта конструкция коробки передач позволяет устанавливать синхронизаторы в двух или четырех передачах. Там все поляки. Передача осуществляется через постоянную сеть (за исключением обратной передачи). можно использовать цилиндрические колеса, которые уменьшают шум и динамические нагрузки. [13], [14]

В схеме четырехступенчатой коробки передач может быть установлен двухсторонний и односторонний синхронизатор. Из-за изменений в скорости вращения полюса. Постоянный привод шестерни изменяет скорость вращения всех других шестерен, а затем полюс. Под редуктором на приводном Вале установлен большой диаметр, а при использовании постоянной работы сети их число увеличивается. Так полюс. Нижние проходы, которые включены на стационарных и редко используемых транспортных средствах, часто выходят из скольжения, хотя они быстро разрушаются из-за фрагментации и морщин концов. Поскольку автомобиль перемещается в прямом приводе большую часть времени (около 70%), он принимает часть силы для блокировки кривошипа передачи при включении прямого привода, а некоторые программы отключают прямой привод промежуточного вала с приводным валом, когда они освобождаются от промежуточного вала. В этом случае передний конец выходного вала монтируется за счет увеличения приводного вала консоли и представляет значительные трудности. В дополнение к сложности переключателя, переход от прямого к суб-операции увеличивает ударный свет на зубы и использование синхронизации увеличивает нагрузку на элемент синхронизации, потому что в течение короткого времени, чтобы

предотвратить эти недостатки, использование программы промежуточного вала отключается.

В используемом немецкими автомобилями в довоенные годы, все коробки передач установлены для поворота картера, а вал полностью разряжен утюгом. В ступице редуктора размещен Disc synchronizer. Этот тип передачи сложный и более дорогой, чем обычно. Это может быть сделано с синхронизатором или без него, согласно конфигурации программы синхронизатора. Максимально возможное количество зубчатых колес определяется числом шестерен с постоянной сеткой. Редукторы MAZ-200 и uaz-210 имеют синхронизаторы в четырех верхних положениях коробки передач. Это повышает надежность передачи, но увеличивает момент синхронной инерции коммутационного элемента и необходимость установки дополнительного рычага на выходной вал. Обратная передача очень большая. Разумный вариант будет рассмотрен, если пятиступенчатая коробка получена из другого четырехступенчатого расширения коробки передач, не нарушая основной дизайн. Коробка (см. Рисунок 2).1.2). [15]

Наличие и промежуточные опоры приводных валов увеличивает жесткость коробки передач. Недостатком является положение промежуточного вала с шестеренки пятой шестерни консоли.

В практике автомобильной промышленности в мире существует широкое использование тренда синхронизатора, потому что это уменьшает повреждение кончика зуба при перемещении.

Разрушение концов зубчатых зубов является основной ошибкой передачи без синхронизации. Несмотря на то, что введение синхронизации немного увеличивает общую длину броек, желательно обеспечить синхронизацию всех передач со второго.

Привод переднего вала (часто называемый постоянной коробкой передач; это имя потеряло значение после передачи с постоянной коробкой передач, которая на многих против туннеля), как правило, отделена от коробки передач на передней панели. Передаточное отношение определяется желаемым передаточным отношением первой передачи выбранных условий. Значение

передаточного отношения первой шестерни ограничено минимальным количеством зубьев полюса. Первая передача на промежуточном валу гарантирует достаточную жесткость промежуточного вала. В Э том случае общий размер типов трансмиссии определяется значением первой коробки передач и приводного вала заднего хода. Увеличение коЭ ффициента снижения передач на промежуточном валу позволяет уменьшить размеры редукторов. В пятиступенчатой передаче с ускорением корона приводных валов должна быть больше, чем корона последовательного стержня. Операция ускорения, которая ограничивает передаточное отношение коробки передач для увеличения способности промежуточного вала.

1.3 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию коробки передач

Анализ вопроса расчёта ряда передаточных чисел трансмиссии показал, что в теории автомобиля наиболее широкое распространение получили геометрический, арифметический и гармонический законы построения рядов передаточных чисел трансмиссии. При Э том поставленной в дипломном проекте задаче улучшения показателей динамичности автомобиля в наибольшей степени соответствует гармонический закон построения ряда передаточных чисел трансмиссии, при котором ряд передаточных чисел выстраивается по синусоиде.

1.4 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию коробки передач

Таким образом, примем гармонический закон для построения ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля LADA PRIORA.

В Э той модернизации вся схема переключения передач сохраняется без изменений и обеспечивает минимальное конструктивное изменение хорошо зарекомендовавшей себя стандартной коробки передач.

2 Конструкторская часть

Автопромышленность - одно из ведущих направлений развития мировой экономики. Эффективная эксплуатация автотранспортных средств очень важна для всех других отраслей промышленности. Инновации и развитие новых технологий также имеют важное значение для развития всей мировой промышленности.

Основными направлениями дальнейшего развития технического уровня автомобиля являются снижение расхода топлива и масла, снижение трудоемкости сборки, снижение материальных затрат на автомобильное производство, снижение шума, токсичности выхлопных газов, повышение надежности и безопасности автомобиля.

Вы можете достичь топливной эффективности за счет снижения веса автомобиля, повышения аэродинамики кузова, установки современных двигателей или перехода на другие виды топлива, такие как природный газ или дизель. Более совершенная картина в применении передачи и других узлов. Технология широко используется в автомобилях в оптимальных условиях. Качество автомобиля может быть уменьшено новыми конструкционными материалами технологии, алюминием, волокном углерода, предварительной высокопрочной сталью, легированной сталью, etc.

Внедрение системы трехмерного проектирования позволит снизить трудоемкость строительных работ и обеспечить высокую точность и высокое качество изготовления автоматизированных линий.

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение показателей динамичности автомобиля, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

Количество колес ведущих.....	$n_k = 2$
Вес автомобиля, кг.....	$m_o = 1088$
Места в автомобиле.....	5
Высшая скорость а/м, м/с.....	$V_{max} = 48,61$
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 650$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,56$
Преодолеваемый подъем автомобилем.....	$\alpha_{max} = 0,30$
КПД трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь миделя, м ²	$H = 2,00$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,012$
Количество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	49
ось задняя.....	51
Параметр плотности воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_o + G_n + G_b, \quad (2.1)$$

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (2.2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (2.3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (2.4)$$

$$G_A = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н} \quad (2.5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (2.6)$$

б) Подбор шин 175/65 R14.

$$r_K = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2.7)$$

где r_K – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 175$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,65$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 355,6$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – КоЭ фф. типа шины.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 175) \cdot 10^{-3} = 0,274 \text{ м}$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.8)$$

где U_k - Передат. число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость.

Примем значение Передат. число высшей передачи КП равным 0,800.

$$U_0 = (0,274 \cdot 650) / (0,800 \cdot 48,61) = 4,588$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (2.9)$$

где ψ_v - Коэф. сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (2.10)$$

$$\psi_v = 0,012 \cdot (1 + 48,61^2 / 2000) = 0,026$$

$$N_v = (14838 \cdot 0,026 \cdot 48,61 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 48,61^3 / 2) / 0,91 = 69715 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (2.11)$$

где a, b, c – эмпирические КоЭ фф.ы (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$).

$$N_{MAX} = 69715 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 70074 \text{ Вт}$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.12)$$

где $C_1 = C_2 = 1$ - КоЭ фф.ы характеризующие тип двигателя.

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (2.13)$$

Таблица 2.1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	13,6	129,1
1400	147	19,6	133,7
1800	188	25,9	137,2
2200	230	32,2	139,6
2600	272	38,4	141,1
3000	314	44,4	141,5
3400	356	50,2	140,9

Продолжение таблицы 2.1

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
3800	398	55,4	139,2
4200	440	60,0	136,5
4600	482	63,9	132,7
5000	524	67,0	128,0
5400	565	69,1	122,1
5800	607	70,0	115,3
6200	649	69,7	107,4
6207	650	69,7	107,3

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (2.14)$$

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач в соответствии с методическими указаниями

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (2.15)$$

где ψ_{MAX} - Коэф. сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма

$$\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}.$$

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,30 = 0,326 \quad (2.16)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,326 \cdot 0,274 / (141,5 \cdot 0,91 \cdot 4,588) = 2,249$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\text{макс}} \cdot \eta_{\text{тп}} \cdot U_0}, \quad (2.17)$$

где $G_{\text{сц}}$ - сцепной вес автомобиля

$$G_{\text{сц}} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544 \text{ Н},$$

где - m_1 - КоЭ фф. перераспределения нагрузки на передние колёса),

φ - КоЭ фф. сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,274 / (141,5 \cdot 0,91 \cdot 4,588) = 2,433$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 2,400$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,400 / 0,800)^{1/4} = 1,316 \quad (2.18)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,400 / 1,316 = 1,824; \quad (2.19)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,824 / 1,316 = 1,386; \quad (2.20)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,386 / 1,316 = 1,053; \quad (2.21)$$

$$U_5 = 0,800. \quad (2.22)$$

2.1.6 Определение передаточных чисел модернизируемой коробки

При выборе значений передаточных чисел трансмиссии для автомобиля LADA PRIORA в качестве приоритетной рассмотрим задачу улучшения динамичности разгона автомобиля.

Анализ вопроса расчёта ряда передаточных чисел трансмиссии показал, что в теории автомобиля наиболее широкое распространение получили геометрический, арифметический и гармонический законы построения рядов передаточных чисел трансмиссии. При этом поставленной в дипломном проекте задаче улучшения показателей динамичности автомобиля в наибольшей степени соответствует гармонический закон построения ряда передаточных чисел трансмиссии, при котором ряд передаточных чисел выстраивается по синусоиде. Таким образом, примем гармонический закон для построения ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля LADA PRIORA.

При этом будем руководствоваться стремлением сохранить неизменной общую компоновочную схему коробки передач, а также обеспечить минимальные конструктивные изменения хорошо зарекомендовавшей себя в эксплуатации серийной коробки передач.

Серийный ряд передаточных чисел коробки передач автомобиля LADA PRIORA имеет следующие значения передаточных чисел трансмиссии:

Таблица 2.2 -Значения передаточных чисел серийной коробки передач

U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_0
3,63	1,95	1,36	0,94	0,78	3,90

Учитывая желательность сохранения неизменными компоновочных параметров проектируемой коробки передач, значение передаточного числа первой и пятой передач оставляем неизменными и принимаем равным 3,63 и

0,78 соответственно. Значения же второй, третьей и четвертой передачи определим исходя из гармонического закона, в соответствии с соотношениями:

$$U_2 = U_1 - \frac{(U_1 - U_5) \cdot (1 - \sin(3 \cdot \pi / 4))}{2} \quad (2.23)$$

$$U_2 = 3,63 - \frac{(3,63 - 0,78) \cdot (1 - \sin(3 \cdot \pi / 4))}{2} = 3,212$$

$$U_3 = U_1 - \frac{(U_1 - U_5) \cdot (1 - \sin(\pi))}{2} \quad (2.24)$$

$$U_3 = 3,63 - \frac{(3,63 - 0,78) \cdot (1 - \sin(\pi))}{2} = 2,205$$

$$U_4 = U_1 - \frac{(U_1 - U_5) \cdot (1 - \sin(5 \cdot \pi / 4))}{2} \quad (2.25)$$

$$U_4 = 3,63 - \frac{(3,63 - 0,78) \cdot (1 - \sin(5 \cdot \pi / 4))}{2} = 1,197$$

Таким образом, на основании гармонического закона получен следующий ряд передаточных чисел коробки передач: 3,63; 3,212; 2,205; 1,197; 0,78. Но как можно заметить значение передаточного числа второй передачи рассчитанного ряда очень приближено к первой передачи, что делает первую передачу слишком короткой, а ряд передаточных чисел разбалансированным. Чтобы устранить Э тот недостаток несколько отодвинем вторую передачу от первой изменив значение передаточного числа первой передачи на 2,8. В итоге получим

следующий ряд передаточных чисел: 3,63; 2,8; 2,205; 1,197; 0,78.

Однако полученные в результате проведённых расчётов значения передаточных чисел второй третьей и четвёртой ступеней коробки передач являются теоретическими и требуют уточнения.

Для Э того подберём наиболее приближенные к теоретическим, практически реализуемые значения передаточных чисел, рассчитанные исходя из возможных значений числа зубьев ведущих и ведомых шестерен коробки передач.

Таким образом примем значение передаточного числа второй передачи равным 2,8 (число зубьев ведущей шест. – 15, ведомой – 42); третьей передачи – 2,188 (число зубьев ведущей шест. – 16, ведомой – 354); четвёртой передачи – 1,2 (число зубьев ведущей шест. – 20, ведомой – 24).

Таким образом, ряд передаточных чисел модернизированной коробки передач будет иметь следующие значения передаточных чисел:

Таблица 2.4 - Значения передаточных чисел модернизированной коробки передач

U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_0
3,63	2,8	2,188	1,2	0,78	3,90

Ниже приведены для сравнения расчёт тягово-скоростных свойств и топливной Э кономичности как для серийного ряда передаточных чисел (Таблица 2.2), так и для модернизированного (Таблица 2.3).

Расчёт показателей тяговоскоростных свойств и топливной Э кономичности для серийного ряда передаточных чисел

2.1.7 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (2.26)$$

Таблица 2.3 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
1003	2,0	3,8	5,4	7,9	9,5
1400	2,8	5,3	7,6	11,0	13,2
1800	3,7	6,8	9,8	14,1	17,0
2200	4,5	8,3	11,9	17,3	20,8
2600	5,3	9,8	14,1	20,4	24,6
3000	6,1	11,3	16,3	23,5	28,3
3400	6,9	12,9	18,4	26,7	32,1
3800	7,7	14,4	20,6	29,8	35,9
4200	8,5	15,9	22,8	32,9	39,7
4600	9,3	17,4	24,9	36,1	43,5
5000	10,2	18,9	27,1	39,2	47,2
5400	11,0	20,4	29,3	42,3	51,0
5800	11,8	21,9	31,4	45,5	54,8
6200	12,6	23,4	33,6	48,6	58,6
6207	12,6	23,5	33,6	48,7	58,7

2.1.8 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (2.27)$$

Таблица 2.5 - Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	6061	3256	2271	1570	1302
1400	6273	3370	2350	1624	1348
1800	6438	3458	2412	1667	1383
2200	6554	3521	2456	1697	1408
2600	6622	3557	2481	1715	1423
3000	6641	3567	2488	1720	1427
3400	6611	3551	2477	1712	1421
3800	6533	3509	2447	1692	1404
4200	6406	3441	2400	1659	1376

4600	6230	3347	2334	1613	1339
5000	6006	3226	2250	1555	1290

Продолжение таблицы 2.5

Обор. двс, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
5400	5733	3080	2148	1484	1232
5800	5411	2907	2027	1401	1163
6200	5041	2708	1889	1305	1083
6207	5034	2704	1886	1304	1082

2.1.9 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (2.28)$$

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (2.29)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.30)$$

Таблица 2.6 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	178	178
5	10	180	190
10	39	187	226
15	87	198	285
20	155	214	369
25	242	234	476
30	349	258	607
35	475	287	762
40	621	321	941
45	785	358	1144
50	970	401	1370
55	1173	447	1621

60	1396	499	1895
65	1639	554	2193

2.1.10 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.31)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.32)$$

Таблица 2.7 - Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
1003	0,408	0,219	0,152	0,104	0,085
1400	0,423	0,226	0,157	0,106	0,086
1800	0,434	0,232	0,160	0,107	0,086
2200	0,441	0,235	0,162	0,107	0,084
2600	0,446	0,237	0,162	0,105	0,080
3000	0,447	0,237	0,161	0,101	0,075
3400	0,444	0,235	0,158	0,097	0,069
3800	0,439	0,231	0,154	0,091	0,061
4200	0,430	0,225	0,148	0,083	0,052
4600	0,418	0,218	0,141	0,075	0,041
5000	0,402	0,208	0,132	0,065	0,029
5400	0,383	0,197	0,122	0,053	0,015
5800	0,361	0,183	0,111	0,040	0,000
6200	0,336	0,168	0,098	0,026	-0,017
6207	0,335	0,168	0,098	0,026	-0,017

2.1.11 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.33)$$

где δ_{BP} - КоЭ фф. учета вращающихся масс,

Ψ - КоЭ фф. суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i$$

i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (2.34)$$

где δ_1 - КоЭ фф. учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - КоЭ фф. учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$.

Таблица 2.8 - КоЭ фф. учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δ_{BP}	1,425	1,144	1,085	1,057	1,048

Таблица 2.9 - Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
1003	2,73	1,77	1,27	0,85	0,68
1400	2,83	1,84	1,31	0,87	0,69
1800	2,90	1,88	1,33	0,87	0,67
2200	2,95	1,91	1,35	0,86	0,65
2600	2,98	1,93	1,34	0,84	0,60
3000	2,99	1,92	1,33	0,80	0,55
3400	2,97	1,90	1,30	0,75	0,47
3800	2,93	1,87	1,26	0,68	0,39
4200	2,87	1,82	1,20	0,60	0,28
4600	2,79	1,75	1,13	0,51	0,16
5000	2,68	1,66	1,05	0,40	0,03
5400	2,55	1,56	0,95	0,28	-0,12
5800	2,40	1,44	0,84	0,15	-0,28

6200	2,22	1,31	0,71	0,00	-0,46
6207	2,22	1,31	0,71	0,00	-0,46

2.1.12 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 2.10 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,37	0,56	0,79	1,17	1,47
1400	0,35	0,54	0,77	1,15	1,46
1800	0,34	0,53	0,75	1,15	1,49
2200	0,34	0,52	0,74	1,16	1,55
2600	0,34	0,52	0,74	1,19	1,66
3000	0,33	0,52	0,75	1,25	1,83
3400	0,34	0,53	0,77	1,34	2,11
3800	0,34	0,54	0,79	1,47	2,60
4200	0,35	0,55	0,83	1,66	3,55
4600	0,36	0,57	0,88	1,96	6,11
5000	0,37	0,60	0,95	2,48	33,19
5400	0,39	0,64	1,05	3,54	-8,43
5800	0,42	0,69	1,19	6,75	-3,54
6200	0,45	0,76	1,40	-99,12	-2,17
6207	0,45	0,76	1,41	-378,91	-2,15

2.1.13 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (2.35)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (2.36)$$

где k – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (2.37)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (2.38)$$

где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 ,
 t_2 – время разгона до скорости V_3 .

Таблица 2.11 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	206	1,0
0-10	619	3,1
0-15	1196	6,0
0-20	1924	9,6
0-25	2866	14,3
0-30	4121	20,6
0-35	5788	28,9
0-40	7968	39,8
0-45	10758	53,8

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (2.39)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

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

Таблица 2.12 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Путь S, м
0-5	52	3
0-10	361	18

0-15	1083	54
------	------	----

Продолжение таблицы 2.12

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-20	2356	118
0-25	4475	224
0-30	7926	396
0-35	13346	667
0-40	21519	1076
0-45	33378	1669

2.1.14 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.40)$$

N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

Таблица 2.13 - Мощностной баланс

Обор. двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	12,3
1400	17,8
1800	23,5
2200	29,3
2600	35,0
3000	40,4
3400	45,6
3800	50,4
4200	54,6
4600	58,2
5000	61,0
5400	62,9
5800	63,7
6200	63,5
6207	63,4

Таблица 2.14 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,9	0,9
10	0,4	1,9	2,3
15	1,3	3,0	4,3
20	3,1	4,3	7,4
25	6,1	5,8	11,9
30	10,5	7,7	18,2
35	16,6	10,0	26,7
40	24,8	12,8	37,6
45	35,3	16,1	51,5
50	48,5	20,0	68,5
55	64,5	24,6	89,1
60	83,8	29,9	113,7
65	106,5	36,0	142,5

2.1.15 Топливо-Э кономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.41)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot H^2 - 1,728 \cdot H + 1,523 \quad (2.42)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (2.43)$$

$$H = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.44)$$

Таблица 2.15 - Путь расход топлива на высшей передаче

Обор. д/с, об/м	Скор., м/с	Значени е И	Значени е Е	Значени е К _И	Значени е К _Е	Значени е Q _с
1003	9,5	0,170	0,170	1,263	1,165	4,4
1400	13,2	0,194	0,237	1,231	1,128	4,9
1800	17,0	0,228	0,304	1,188	1,097	5,6
2200	20,8	0,273	0,372	1,137	1,070	6,3
2600	24,6	0,327	0,440	1,081	1,048	7,1
3000	28,3	0,393	0,507	1,022	1,031	8,0
3400	32,1	0,472	0,575	0,964	1,019	8,9
3800	35,9	0,565	0,643	0,914	1,012	9,9
4200	39,7	0,675	0,710	0,881	1,010	11,2
4600	43,5	0,806	0,778	0,879	1,012	13,0
5000	47,2	0,963	0,846	0,927	1,019	15,9
5400	51,0	1,153	0,913	1,062	1,031	21,0
5800	54,8	1,385	0,981	1,340	1,048	30,6

2.1.16 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (2.45)$$

Таблица 2.16 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. д/с, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
1003	2,0	2,6	3,4	6,2	9,5
1400	2,8	3,7	4,7	8,6	13,2
1800	3,7	4,7	6,1	11,1	17,0
2200	4,5	5,8	7,4	13,5	20,8
2600	5,3	6,8	8,8	16,0	24,6
3000	6,1	7,9	10,1	18,4	28,3
3400	6,9	8,9	11,5	20,9	32,1
3800	7,7	10,0	12,8	23,3	35,9
4200	8,5	11,1	14,1	25,8	39,7
4600	9,3	12,1	15,5	28,3	43,5
5000	10,2	13,2	16,8	30,7	47,2
5400	11,0	14,2	18,2	33,2	51,0
5800	11,8	15,3	19,5	35,6	54,8

6200	12,6	16,3	20,9	38,1	58,6
6207	12,6	16,3	20,9	38,1	58,7

2.1.17 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (2.46)$$

Таблица 2.17 - Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин с	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	6061	4675	3653	2004	1302
1400	6273	4839	3781	2074	1348
1800	6438	4966	3880	2128	1383
2200	6554	5056	3951	2167	1408
2600	6622	5108	3991	2189	1423
3000	6641	5122	4003	2195	1427
3400	6611	5099	3985	2185	1421
3800	6533	5039	3938	2160	1404
4200	6406	4941	3861	2118	1376
4600	6230	4805	3755	2059	1339
5000	6006	4632	3620	1985	1290
5400	5733	4422	3455	1895	1232
5800	5411	4174	3262	1789	1163
6200	5041	3888	3038	1666	1083
6207	5034	3883	3034	1664	1082

2.1.18 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (2.47)$$

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (2.48)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.49)$$

Таблица 2.18 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	178	178
5	10	180	190
10	39	187	226
15	87	198	285
20	155	214	369
25	242	234	476
30	349	258	607
35	475	287	762
40	621	321	941
45	785	358	1144
50	970	401	1370
55	1173	447	1621
60	1396	499	1895
65	1639	554	2193

2.1.19 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.50)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.51)$$

Таблица 2.19 - Динамический фактор на передачах

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м	Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
1003	0,408	0,315	0,246	0,134	0,085
1400	0,423	0,326	0,254	0,138	0,086
1800	0,434	0,334	0,261	0,140	0,086
2200	0,441	0,340	0,265	0,141	0,084
2600	0,446	0,343	0,267	0,141	0,080
3000	0,447	0,344	0,267	0,139	0,075
3400	0,444	0,342	0,265	0,136	0,069
3800	0,439	0,337	0,261	0,131	0,061
4200	0,430	0,330	0,255	0,125	0,052

4600	0,418	0,320	0,247	0,118	0,041
5000	0,402	0,308	0,237	0,109	0,029

Продолжение таблицы 2.19

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м	Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
5400	0,383	0,293	0,224	0,099	0,015
5800	0,361	0,275	0,210	0,087	0,000
6200	0,336	0,255	0,193	0,074	-0,017
6207	0,335	0,255	0,193	0,074	-0,017

2.1.20 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.52)$$

где δ_{BP} - КоЭ фф. учета вращающихся масс,

Ψ - КоЭ фф. суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i$$

i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (2.53)$$

где δ_1 - КоЭ фф. учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - КоЭ фф. учёта вращающихся масс двигателя:

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

Таблица 2.20 - КоЭ фф. учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δBP	1,425	1,265	1,174	1,073	1,048

Таблица 2.21 - Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
1003	2,73	2,35	1,95	1,11	0,68
1400	2,83	2,43	2,02	1,15	0,69
1800	2,90	2,50	2,08	1,17	0,67
2200	2,95	2,54	2,11	1,17	0,65
2600	2,98	2,56	2,13	1,16	0,60
3000	2,99	2,57	2,13	1,14	0,55
3400	2,97	2,55	2,11	1,11	0,47
3800	2,93	2,51	2,07	1,06	0,39
4200	2,87	2,46	2,02	1,00	0,28
4600	2,79	2,38	1,95	0,92	0,16
5000	2,68	2,28	1,86	0,84	0,03
5400	2,55	2,17	1,76	0,73	-0,12
5800	2,40	2,03	1,63	0,62	-0,28
6200	2,22	1,87	1,49	0,49	-0,46
6207	2,22	1,87	1,49	0,49	-0,46

2.1.21 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 2.22 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,37	0,43	0,51	0,90	1,47
1400	0,35	0,41	0,49	0,87	1,46
1800	0,34	0,40	0,48	0,86	1,49
2200	0,34	0,39	0,47	0,85	1,55
2600	0,34	0,39	0,47	0,86	1,66
3000	0,33	0,39	0,47	0,88	1,83
3400	0,34	0,39	0,47	0,90	2,11
3800	0,34	0,40	0,48	0,94	2,60
4200	0,35	0,41	0,49	1,00	3,55
4600	0,36	0,42	0,51	1,08	6,11
5000	0,37	0,44	0,54	1,20	33,19
5400	0,39	0,46	0,57	1,36	-8,43
5800	0,42	0,49	0,61	1,61	-3,54

6200	0,45	0,53	0,67	2,04	-2,17
6207	0,45	0,53	0,67	2,05	-2,15

2.1.22 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (2.54)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2}, \quad (2.55)$$

где κ – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1})$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (2.56)$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Таблица 2.23 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	177	0,9
0-10	531	2,7
0-15	973	4,9
0-20	1544	7,7
0-25	2274	11,4
0-30	3238	16,2
0-35	4511	22,6
0-40	6169	30,8
0-45	8286	41,4

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (2.57)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (2.58)$$

Таблица 2.24 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Путь S, м
0-5	44	2
0-10	310	15
0-15	863	43
0-20	1862	93
0-25	3504	175
0-30	6155	308
0-35	10293	515
0-40	16509	825
0-45	25508	1275

2.1.23 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.59)$$

N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

Таблица 2.25. Мощностной баланс

Обор. двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	12,3
1400	17,8
1800	23,5
2200	29,3
2600	35,0
3000	40,4
3400	45,6
3800	50,4
4200	54,6
4600	58,2
5000	61,0
5400	62,9
5800	63,7
6200	63,5
6207	63,4

Таблица 2.26 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,9	0,9
10	0,4	1,9	2,3
15	1,3	3,0	4,3
20	3,1	4,3	7,4
25	6,1	5,8	11,9
30	10,5	7,7	18,2
35	16,6	10,0	26,7
40	24,8	12,8	37,6
45	35,3	16,1	51,5
50	48,5	20,0	68,5
55	64,5	24,6	89,1
60	83,8	29,9	113,7
65	106,5	36,0	142,5

2.1.24 Топливоно-Э кономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.60)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (2.61)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (2.62)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.63)$$

Таблица 2.27 - Путь расход топлива на высшей передачи

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение К _И	Значение К _Е	Значение Q _s
1003	9,5	0,170	0,170	1,263	1,165	4,4
1400	13,2	0,194	0,237	1,231	1,128	4,9
1800	17,0	0,228	0,304	1,188	1,097	5,6
2200	20,8	0,273	0,372	1,137	1,070	6,3
2600	24,6	0,327	0,440	1,081	1,048	7,1
3000	28,3	0,393	0,507	1,022	1,031	8,0
3400	32,1	0,472	0,575	0,964	1,019	8,9
3800	35,9	0,565	0,643	0,914	1,012	9,9
4200	39,7	0,675	0,710	0,881	1,010	11,2
4600	43,5	0,806	0,778	0,879	1,012	13,0
5000	47,2	0,963	0,846	0,927	1,019	15,9
5400	51,0	1,153	0,913	1,062	1,031	21,0
5800	54,8	1,385	0,981	1,340	1,048	30,6

2.2 Расчёт деталей коробки передач

В связи с тем, что темой данного проекта является модернизация серийной коробки передач LADA PRIORA, то общая компоновочная схема сохраняется прежней.

2.2.1 Выбор материала деталей коробки передач

Для производства косозубых Э вольвентных цилиндрических колес выбираем материал применяемый при производстве аналогичных зубчатых колес коробок передач выпускаемых ОАО АвтоВАЗ - 20ХГНМ.

20ХГНМ – сталь легированная, содержание углерода 0,2%, содержание каждого из легирующих Э элементов - хром, марганец, никель, молибден - свыше 1%.

2.2.2 Расчёт зубчатой передачи второй ступени коробки передач

Таблица 2.28 - Расчёт параметров зубчатого зацепления второй передачи коробки передач

Стандартизированные значения параметров зацепления:			
Наименование	Формула	Обозначение	Величина
Угол главного профиля, град	-----	α	20
КоЭ фф. высоты головки зуба	-----	h_a^*	1
КоЭ фф. высоты ножки зуба	-----	h_f^*	1,25
КоЭ фф. граничной высоты	$h_l^* = 2 \cdot h_a^*$	h_l^*	2
КоЭ фф. радиуса кривизны переходной кривой	-----	ρ_f^*	0,38
КоЭ фф. радиального зазора	-----	c^*	0,25

Продолжение таблицы 2.28

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Межосевое расст-е, мм	-----	α_w	68
Число зубьев шест.	-----	Z_1	15
Число зубьев колеса	-----	Z_2	42
Передат. число	-----	U	2,80
Модуль, мм	-----	m	2
Угол накл. линии зубьев, град	-----	β	29
Шаг, мм	-----	p	5
Осевой шаг, мм	$p_x = \frac{\pi \cdot m}{\sin \beta}$	p_x	13,0
Ширина венца ведущей шест., мм	$b_1 = b_2 + (0,4...0,5) \cdot m$	b_1	15,2
Ширина венца ведомого колеса, мм	$b_2 = (1...1,2) \cdot p_x$	b_2	14,3
Абсолютные значения размеров зуба исходного контура:			
Коэф. высоты головки зуба	$h_\alpha = m \cdot h_\alpha^*$	h_α	2,00
Коэф. высоты ножки зуба	$h_f = m \cdot h_f^*$	h_f	2,50
Коэф. граничной высоты	$h_l = m \cdot h_l^*$	h_l	4,00
Коэф. радиуса кривизны переходной кривой	$\rho_f = m \cdot \rho_f^*$	ρ_f	0,76
Коэф. радиального зазора	$c = m \cdot c^*$	c	0,50

Расчёт параметров зацепления

Определение параметры реечного исходного производящего контура для нарезания косозубых колес:

Продолжение таблицы 2.28

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Угол профиля, град	$\alpha_t = \arctg\left(\frac{tg(\alpha)}{\cos(\beta)}\right)$	α_t	22,59
Шаг, мм	$p_t = \frac{p}{\cos \beta}$	p_t	5,72
Модуль зубьев	$m_t = \frac{m}{\cos \beta}$	m_t	2,29
КоЭ фф. высоты головки зуба	$h_{at}^* = h_a^* \cdot \cos \beta$	h_{at}^*	1,75
КоЭ фф. радиального зазора	$c_t^* = c^* \cdot \cos \beta$	c_t^*	0,22
Геометрические расчеты Э вольвентных зубчатых передач внешнего зацепл.:			
Угол зацепл. проектируемой зубчатой передачи, град	$\alpha_{tw} = \arccos\left[\cos \alpha_t \cdot \frac{m_t \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cdot a_w}\right]$	α_{tw}	27,77
КоЭ фф. смещ. шест.	-----	x_1	0,00
КоЭ фф. смещ. колеса	-----	x_2	0,00
Суммарный КоЭ фф. смещ.	$x_\Sigma = x_1 + x_2$	x_Σ	0,00
КоЭ фф. воспринимаемого смещ.	$y = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \cdot \left(\frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tw}} - 1\right)$	y	1,24
КоЭ фф. уравнительного смещ.	$\Delta y = x_\Sigma - y$	Δy	-1,24

Радиус делит-ой окружн. шест., мм		r_1	17,15
Радиус делит-ой окружн. колеса, мм		r_2	48,02
Радиус осн. окружн. шест., мм	$r_{b1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2} \cdot \cos \alpha_t$	r_{b1}	15,83

Продолжение таблицы 2.28

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Радиус осн. окружн. колеса, мм		r_{b2}	44,34
Радиус начальн. окружн. шест., мм		r_{w1}	15,65
Радиус начальн. окружн. колеса, мм		r_{w2}	43,82
Радиус окружн. вершин зубьев шест., мм		$r_{\alpha 1}$	18,32
Радиус окружн. вершин зубьев колеса, мм		$r_{\alpha 2}$	49,19
Радиус окружн. впадин зубьев шест., мм		r_{f1}	12,65
Радиус окружн. впадин зубьев колеса, мм		r_{f2}	43,52
Высота зубьев колес, мм	$h = h_1 = h_2 = m_t \cdot (2 \cdot h_{ta}^* + c_t^* - \Delta y)$	h	11,33
Толщина зуба по дуге делит-ой окружн. шест., мм		s_1	3,59
Толщина зуба по дуге делит-ой окружн. колеса, мм		s_2	3,59
Угол профиля на окружн. вершин зубьев шест., град		α_{a1}	30,21
Угол профиля на окружн. вершин зубьев колеса, град		α_{a2}	25,67

Коэфф. торцового перекрытия	$\varepsilon_{\alpha} = \frac{Z_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + Z_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2}{2 \cdot \pi} - \frac{(Z_1 + Z_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{iw}}{2 \cdot \pi}$	ε_{α}	5,79
Допустимый Коэфф. торцового перекрытия	1 - для косозубой передачи	$[\varepsilon_{\alpha}]$	1,00
Должно выполняться условие :	$\varepsilon_{\alpha} \geq [\varepsilon_{\alpha}]$	выполнено.	

Продолжение таблицы 2.28

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Проверочный расчёт зубьев на изгиб			
Степень точности зубчатых колес	-----	n	7
Мах момент двигателя, Нм	<i>Из тягового расчёта</i>	$M_{E \max}$	141,5
Частота вращения шест. при максимальном моменте, мин ⁻¹	<i>Из тягового расчёта</i>	n_1	3000
Частота вращения колеса при максимальном моменте, мин ⁻²	$n_2 = \frac{n_1}{U_{12}}$	n_2	964
Крут-й момент на валу шест., Нм	-----	M_1	141,5
Крут-й момент на валу колеса, Нм	$M_2 = M_1 \cdot U_{12}$	M_2	336
Окружная скорость вращения зубчатых колёс, м/с	$v = \frac{\pi \cdot r_i \cdot n_i}{30 \cdot 1000}$	v	4,85
Материал шест.	-----	20ХГНМ	
Твёрдость поверхности зуба	<i>Справочная величина</i>	<i>HRC</i>	58
Окружная сила в зацеплении, Н	$F_t = \frac{2 \cdot M_1}{d_{w1}}$	F_t	7667

КоЭ фф., учитыв-й неравномерность распределения нагрузки по длине зуб	1,02 для твердости поверхности зубьев >350HB	$K_{F\beta}$	1,02
КоЭ фф. динамичности	1 – для косозубой передачи 7-й степени точности, с окружной скоростью 3...8 м/с	K_{Fv}	1
КоЭ фф. нагрузки	$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{Fv}$	K_F	1,02

Продолжение таблицы 2.28

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
КоЭ фф., учитыв-й форму зуба колеса	<i>Справочная величина</i>	Y_{F2}	3,61
КоЭ фф., учитыв-й наклон зуба	$Y_{\beta} = 1 - \frac{\beta^{\circ}}{140}$	Y_{β}	0,79
КоЭ фф., учитыв-й неравномерность распределения нагрузки между зубьями	$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_{\alpha} - 1) \cdot (n - 5)}{4 \cdot \varepsilon_{\alpha}}$	$K_{F\alpha}$	0,41
Напряжение изгиба в зубе шест., МПа	$\sigma_{Fi} = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_{Fi} \cdot Y_{\beta} \cdot K_{F\alpha}}{b_i \cdot m}$	σ_{F1}	318
Напряжение изгиба в зубе колеса, МПа		σ_{F2}	325
Предел выносливости при базовом числе циклов, МПа	<i>Справочная величина</i>	$\sigma_{F \lim b}^0$	1180
КоЭ фф., учитыв-й нестабильность свойств материала	<i>Справочная величина</i>	$[S_F]'$	1,25
КоЭ фф., учитыв-й способ получения заготовки	<i>Справочная величина</i>	$[S_F]''$	1
КоЭ фф. безопасности	$[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$	$[S_F]$	1,25

КоЭ фф. реализации крутящего момента на передаче	<i>Справочная величина</i>	K_M	0,65
Допускаемое напряжение изгиба в зубе, МПа	$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F \text{ lim } b}^0}{[S_F] \cdot K_M}$	$[\sigma_F]$	1452
Должны выполняться условия :	$\sigma_{F1} \leq [\sigma_F]$	выполнено.	
	$\sigma_{F2} \leq [\sigma_F]$	выполнено.	
Проверочный расчёт на контактную выносливость			

Продолжение таблицы 2.28

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
КоЭ фф., учитыв-й неравномерность распределения нагрузки между зубьями	1 - для 7-й степени точности зубчатых колёс	$K_{H\alpha}$	1
КоЭ фф., учитыв-й неравномерность распределения нагрузки по ширине зуба	1,15 - для несимметричного расположения зубчатых колес относительно опор и твердости поверхности зуба >350НВ	$K_{H\beta}$	1,15
Динамический КоЭ фф.	<i>Справочная величина</i>	K_{Hv}	1,05
КоЭ фф., учитыв-й динамическую нагрузку и неравномерность распределения нагрузки между зубьями и по ширине зуба	$K_H = K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv}$	K_H	1,21
Контактное напряжение на поверхности зуба, МПа	$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot K_H \cdot (U_{12} + 1)^3}{b_1 \cdot U_{12}^2}}$	σ_H	1027
Предел контактной выносливости при базовом числе циклов, МПа	$\sigma_{H \text{ lim } b}^0 = 23 \cdot HRC$	$\sigma_{H \text{ lim } b}^0$	1334
КоЭ фф. долговечности	<i>Справочная величина</i>	K_{HL}	1
КоЭ фф. безопасности	<i>Справочная величина</i>	$[S_H]$	1,1

Допускаемое контактное напряжение, МПа	$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \lim b}^0 \cdot K_{HL}}{[S_H] \cdot K_M}$	$[\sigma_H]$	1866
Должно выполняться условие :	$\sigma_H \leq [\sigma_H]$	выполнено.	

2.2.3. Расчёт зубчатой передачи третьей ступени коробки передач

Для передачи крутящего момента 3-ой передачи ($U_3 = 2,188$) выбирается косозубая зубчатая передача с постоянным передаточным числом, с внешним зацеплением и линейным касанием.

Таблица 2.29 - Расчёт параметров зубчатого зацепл. третьей передачи коробки передач

Стандартизированные значения параметров зацепл.:			
Наименование	Формула	Обозначение	Величина
Угол главного профиля, град	-----	α	20
Коэф фф. высоты головки зуба	-----	h_α^*	1
Коэф фф. высоты ножки зуба	-----	h_f^*	1,25
Коэф фф. граничной высоты	$h_l^* = 2 \cdot h_\alpha^*$	h_l^*	2
Коэф фф. радиуса кривизны переходной кривой	-----	ρ_f^*	0,38
Коэф фф. радиального зазора	-----	c^*	0,25
Межосевое расстояние, мм	-----	α_w	68
Число зубьев шест.	-----	Z_1	16
Число зубьев колеса	-----	Z_2	35
Передат. число	-----	U	2,19
Модуль, мм	-----	m	2,25
Угол накл. линии зубьев, град	-----	β	29

Шаг, мм	-----	p	5
Осевой шаг, мм	$p_x = \frac{\pi \cdot m}{\sin \beta}$	p_x	14,6
Ширина венца ведущей шест., мм	$b_1 = b_2 + (0,4...0,5) \cdot m$	b_1	17,1
Ширина венца ведомого колеса, мм	$b_2 = (1...1,2) \cdot p_x$	b_2	16,0
Абсолютные значения размеров зуба исходного контура:			

Продолжение таблицы 2.29

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Коэфф. высоты головки зуба	$h_\alpha = m \cdot h_\alpha^*$	h_α	2,25
Коэфф. высоты ножки зуба	$h_f = m \cdot h_f^*$	h_f	2,81
Коэфф. граничной высоты	$h_l = m \cdot h_l^*$	h_l	4,50
Коэфф. радиуса кривизны переходной кривой	$\rho_f = m \cdot \rho_f^*$	ρ_f	0,86
Коэфф. радиального зазора	$c = m \cdot c^*$	c	0,56
Расчёт параметров зацепл.			
Определение параметры реечного исходного производящего контура для нарезания косозубых колес:			
Угол профиля, град	$\alpha_t = \arctg\left(\frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{\cos(\beta)}\right)$	α_t	22,59
Шаг, мм	$p_t = \frac{p}{\cos \beta}$	p_t	5,72
Модуль зубьев	$m_t = \frac{m}{\cos \beta}$	m_t	2,57

КоЭ фф. высоты головки зуба	$h_{at}^* = h_a^* \cdot \cos \beta$	h_{at}^*	1,97
КоЭ фф. радиального зазора	$c_t^* = c^* \cdot \cos \beta$	c_t^*	0,22
Геометрические расчеты Э вольвентных зубчатых передач внешнего зацепл.:			
Угол зацепл. проектируемой зубчатой передачи, град	$\alpha_{tW} = \arccos \left[\cos \alpha_t \cdot \frac{m_t \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cdot a_w} \right]$	α_{tW}	27,04

Продолжение таблицы 2.29

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
КоЭ фф. смещ. колеса	-----	x_2	0,00
Суммарный КоЭ фф. смещ.	$x_\Sigma = x_1 + x_2$	x_Σ	0,00
КоЭ фф. воспринимаемого смещ.	$y = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \cdot \left(\frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tW}} - 1 \right)$	y	0,93
КоЭ фф. уравнивающего смещ.	$\Delta y = x_\Sigma - y$	Δy	-0,93
Радиус делит-ой окружн. шест., мм	$r_{1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2}$	r_1	20,58
Радиус делит-ой окружн. колеса, мм		r_2	45,02
Радиус осн. окружн. шест., мм	$r_{b1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2} \cdot \cos \alpha_t$	r_{b1}	19,00
Радиус осн. окружн. колеса, мм		r_{b2}	41,56
Радиус начальн. окружн. шест., мм	$r_{w1,2} = \frac{m \cdot Z_{1,2} \cdot \cos \alpha_t}{2 \cdot \cos \alpha_{tW}}$	r_{w1}	18,66
Радиус начальн. окружн. колеса, мм		r_{w2}	40,82

Радиус окружн. вершин зубьев шест., мм		$r_{\alpha 1}$	23,24
Радиус окружн. вершин зубьев колеса, мм	$r_{\alpha 1,2} = m_t \cdot \left(\frac{Z_{1,2}}{2} + h_{ia}^* + x_{1,2} + \Delta y \right)$	$r_{\alpha 2}$	47,68
Радиус окружн. впадин зубьев шест., мм		r_{f1}	14,96
Радиус окружн. впадин зубьев колеса, мм	$r_{f1,2} = m_t \cdot \left(\frac{Z_{1,2}}{2} + x_{1,2} - h_{ia}^* - c_t^* \right)$	r_{f2}	39,39
Высота зубьев колес, мм	$h = h_1 = h_2 = m_t \cdot (2 \cdot h_{ia}^* + c_t^* - \Delta y)$	h	13,09

Продолжение таблицы 2.29

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Толщина зуба по дуге делит-ой окружн. колеса, мм		s_2	4,04
Угол профиля на окружн. вершин зубьев шест., град		$\alpha_{\alpha 1}$	35,17
Угол профиля на окружн. вершин зубьев колеса, град	$\alpha_{\alpha 1,2} = \arccos \left(\frac{r_{b1,2}}{r_{\alpha 1,2}} \right)$	$\alpha_{\alpha 2}$	29,34
КоЭ фф. торцового перекрытия	$\varepsilon_{\alpha} = \frac{Z_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + Z_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2}{2 \cdot \pi} - \frac{(Z_1 + Z_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{tw}}{2 \cdot \pi}$	ε_{α}	9,43
Допустимый КоЭ фф. торцового перекрытия	1 - для косозубой передачи	$[\varepsilon_{\alpha}]$	1,00
Должно выполняться условие :	$\varepsilon_{\alpha} \geq [\varepsilon_{\alpha}]$	выполнено.	
Проверочный расчёт зубьев на изгиб			
Степень точности зубчатых колес	-----	n	7
Мах момент двигателя, Нм	Из тягового расчёта	$M_{E \max}$	120

Частота вращения шест. при максимальном моменте, мин ⁻¹	<i>Из тягового расчёта</i>	n_1	2700
Частота вращения колеса при максимальном моменте, мин ⁻²	$n_2 = \frac{n_1}{U_{12}}$	n_2	1234
Крут-й момент на валу шест., Нм	-----	M_1	120
Крут-й момент на валу колеса, Нм	$M_2 = M_1 \cdot U_{12}$	M_2	263
Окружная скорость вращения зубчатых колёс, м/с	$v = \frac{\pi \cdot r_i \cdot n_i}{30 \cdot 1000}$	v	5,82

Продолжение таблицы 2.29

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Твёрдость поверхности зуба	<i>Справочная величина</i>	<i>HRC</i>	58
Окружная сила в зацеплении, Н	$F_t = \frac{2 \cdot M_1}{d_{w1}}$	F_t	6431
Коэфф., учитыв-й неравномерность распределения нагрузки по длине зуб	1,02 для твердости поверхности зубьев >350НВ	$K_{F\beta}$	1,02
Коэфф. динамичности	1 – для косозубой передачи 7-й степени точности, с окружной скоростью 3...8 м/с	K_{Fv}	1
Коэфф. нагрузки	$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{Fv}$	K_F	1,02
Коэфф., учитыв-й форму зуба шест.	<i>Справочная величина</i>	Y_{F1}	3,75
Коэфф., учитыв-й форму зуба колеса	<i>Справочная величина</i>	Y_{F2}	3,65
Коэфф., учитыв-й наклон зуба	$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^o}{140}$	Y_β	0,79

Коэфф., учитыв-й неравномерность распределения нагрузки между зубьями	$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_{\alpha} - 1) \cdot (n - 5)}{4 \cdot \varepsilon_{\alpha}}$	$K_{F\alpha}$	0,55
Напряжение изгиба в зубе шест., МПа		σ_{F1}	281
Напряжение изгиба в зубе колеса, МПа		σ_{F2}	291
Предел выносливости при базовом числе циклов, МПа	<i>Справочная величина</i>	$\sigma_{F\lim b}^0$	1180
Коэфф., учитыв-й нестабильность свойств материала	<i>Справочная величина</i>	$[S_F]'$	1,25
Коэфф., учитыв-й способ получения заготовки	<i>Справочная величина</i>	$[S_F]''$	1

Продолжение таблицы 2.29

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Коэфф. безопасности	$[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$	$[S_F]$	1,25
Коэфф. реализации крутящего момента на передаче	<i>Справочная величина</i>	K_M	0,65
Допускаемое напряжение изгиба в зубе, МПа	$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F\lim b}^0}{[S_F] \cdot K_M}$	$[\sigma_F]$	1452
Должны выполняться условия :	$\sigma_{F1} \leq [\sigma_F]$	выполнено.	
	$\sigma_{F2} \leq [\sigma_F]$	выполнено.	
Проверочный расчёт на контактную выносливость			
Коэфф., учитыв-й неравномерность распределения нагрузки между зубьями	<i>1 - для 7-й степени точности зубчатых колёс</i>	$K_{H\alpha}$	1

КоЭ фф., учитыв-й неравномерность распределения нагрузки по ширине зуба	1,15 - для несимметричного расположения зубчатых колес относительно опор и твердости поверхности зуба >350HB	$K_{H\beta}$	1,15
Динамический КоЭ фф.	Справочная величина	K_{Hv}	1,05
КоЭ фф., учитыв-й динамическую нагрузку и неравномерность распределения нагрузки между зубьями и по ширине зуба	$K_H = K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv}$	K_H	1,21
Контактное напряжение на поверхности зуба, МПа	$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot K_H \cdot (U_{12} + 1)^3}{b_1 \cdot U_{12}^2}}$	σ_H	952
Предел контактной выносливости при базовом числе циклов, МПа	$\sigma_{Hlimb}^0 = 23 \cdot HRC$	σ_{Hlimb}^0	1334
КоЭ фф. долговечности	Справочная величина	K_{HL}	1
КоЭ фф. безопасности	Справочная величина	$[S_H]$	1,1

Продолжение таблицы 2.29

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Допускаемое контактное напряжение, МПа	$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb}^0 \cdot K_{HL}}{[S_H] \cdot K_M}$	$[\sigma_H]$	1866
Должно выполняться условие:	$\sigma_H \leq [\sigma_H]$	выполнено.	

2.2.4. Расчёт зубчатой передачи четвертой ступени коробки передач

Для передачи крутящего момента 4-ой передачи ($U_4 = 1,20$) выбирается косозубая зубчатая передача с постоянным передаточным числом, с внешним зацеплением и линейным касанием.

Таблица 2.30 - Расчёт параметров зубчатого зацепл. пятой передачи коробки передач

Стандартизированные значения параметров зацепл.:			
Наименование	Формула	Обозначение	Величина

Угол главного профиля, град	-----	α	20
КоЭ фф. высоты головки зуба	-----	h_{α}^*	1
КоЭ фф. высоты ножки зуба	-----	h_f^*	1,25
КоЭ фф. граничной высоты	$h_l^* = 2 \cdot h_a^*$	h_l^*	2
КоЭ фф. радиуса кривизны переходной кривой	-----	ρ_f^*	0,38
КоЭ фф. радиального зазора	-----	c^*	0,25
Межосевое расстояние, мм	-----	α_w	68
Число зубьев шест.	-----	Z_1	20
Число зубьев колеса	-----	Z_2	24

Продолжение таблицы 2.30

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Модуль, мм	-----	m	2,5
Угол накл. линии зубьев, град	-----	β	29
Шаг, мм	-----	p	5
Осевой шаг, мм	$p_x = \frac{\pi \cdot m}{\sin \beta}$	p_x	16,2
Ширина венца ведущей шест., мм	$b_1 = b_2 + (0,4...0,5) \cdot m$	b_1	18,9
Ширина венца ведомого колеса, мм	$b_2 = (1...1,2) \cdot p_x$	b_2	17,8
Абсолютные значения размеров зуба исходного контура:			
КоЭ фф. высоты головки зуба	$h_{\alpha} = m \cdot h_{\alpha}^*$	h_{α}	2,50

КоЭ фф. высоты ножки зуба	$h_f = m \cdot h_f^*$	h_f	3,13
КоЭ фф. граничной высоты	$h_l = m \cdot h_l^*$	h_l	5,00
КоЭ фф. радиуса кривизны переходной кривой	$\rho_f = m \cdot \rho_f^*$	ρ_f	0,95
КоЭ фф. радиального зазора	$c = m \cdot c^*$	c	0,63
Расчёт параметров зацепл.			
Определение параметры реечного исходного производящего контура для нарезания косозубых колес:			
Угол профиля, град	$\alpha_t = \arctg\left(\frac{tg(\alpha)}{\cos(\beta)}\right)$	α_t	22,59

Продолжение таблицы 2.30

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Модуль зубьев	$m_t = \frac{m}{\cos \beta}$	m_t	2,86
КоЭ фф. высоты головки зуба	$h_{at}^* = h_a^* \cdot \cos \beta$	h_{at}^*	2,19
КоЭ фф. радиального зазора	$c_t^* = c^* \cdot \cos \beta$	c_t^*	0,22
Геометрические расчеты Э вольвентных зубчатых передач внешнего зацепл.:			
Угол зацепл. проектируемой зубчатой передачи, град	$\alpha_{tw} = \arccos\left[\cos \alpha_t \cdot \frac{m_t \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cdot a_w}\right]$	α_{tw}	31,37
КоЭ фф. смещ. шест.	-----	x_1	0,00

КоЭ фф. смещ. колеса	-----	x_2	0,00
Суммарный КоЭ фф. смещ.	$x_\Sigma = x_1 + x_2$	x_Σ	0,00
КоЭ фф. воспринимаемого смещ.	$y = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \cdot \left(\frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tw}} - 1 \right)$	y	1,79
КоЭ фф. уравнивающего смещ.	$\Delta y = x_\Sigma - y$	Δy	-1,79
Радиус делит-ой окружн. шест., мм	$r_{1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2}$	r_1	28,58
Радиус делит-ой окружн. колеса, мм		r_2	34,30
Радиус осн. окружн. шест., мм	$r_{b1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2} \cdot \cos \alpha_t$	r_{b1}	26,39
Радиус осн. окружн. колеса, мм		r_{b2}	31,67
Радиус начальн. окружн. шест., мм	$r_{w1,2} = \frac{m \cdot Z_{1,2} \cdot \cos \alpha_t}{2 \cdot \cos \alpha_{tw}}$	r_{w1}	27,03

Продолжение таблицы 2.30

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Радиус начальн. окружн. колеса, мм		r_{w2}	32,44
Радиус окружн. вершин зубьев шест., мм	$r_{\alpha 1,2} = m_t \cdot \left(\frac{Z_{1,2}}{2} + h_{ta}^* + x_{1,2} + \Delta y \right)$	$r_{\alpha 1}$	29,72
Радиус окружн. вершин зубьев колеса, мм		$r_{\alpha 2}$	35,44
Радиус окружн. впадин зубьев шест., мм	$r_{f1,2} = m_t \cdot \left(\frac{Z_{1,2}}{2} + x_{1,2} - h_{ta}^* - c_t^* \right)$	r_{f1}	21,71
Радиус окружн. впадин зубьев колеса, мм		r_{f2}	27,43
Высота зубьев колес, мм	$h = h_1 = h_2 = m_t \cdot (2 \cdot h_{ta}^* + c_t^* - \Delta y)$	h	18,24

Толщина зуба по дуге делит- ой окружн. шест., мм		s_1	4,49
Толщина зуба по дуге делит- ой окружн. колеса, мм	$s_{1,2} = m_t \cdot \left(\frac{\pi}{2} + 2 \cdot x_{1,2} \cdot \operatorname{tg} \alpha_t \right)$	s_2	4,49
Угол профиля на окружн. вершин зубьев шест., град		α_{a1}	27,38
Угол профиля на окружн. вершин зубьев колеса, град	$\alpha_{a1,2} = \arccos \left(\frac{r_{b1,2}}{r_{a1,2}} \right)$	α_{a2}	26,66
Коэф. фф. торцового перекрытия	$\varepsilon_\alpha = \frac{Z_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + Z_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2}{2 \cdot \pi} - \frac{(Z_1 + Z_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{tw}}{2 \cdot \pi}$	ε_α	1,74
Допустимый Коэф. фф. торцового перекрытия	1 - для косозубой передачи	$[\varepsilon_\alpha]$	1,00
Должно выполняться условие :	$\varepsilon_\alpha \geq [\varepsilon_\alpha]$	выполнено.	
Проверочный расчёт зубьев на изгиб			

Продолжение таблицы 2.30

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Мах момент двигателя, Нм	<i>Из тягового расчёта</i>	$M_{E \max}$	120
Частота вращения шест. при максимальном моменте, мин ⁻¹	<i>Из тягового расчёта</i>	n_1	2700
Частота вращения колеса при максимальном моменте, мин ⁻²	$n_2 = \frac{n_1}{U_{12}}$	n_2	2250
Крут-й момент на валу шест., Нм	-----	M_1	120
Крут-й момент на валу колеса, Нм	$M_2 = M_1 \cdot U_{12}$	M_2	144

Окружная скорость вращения зубчатых колёс, м/с	$v = \frac{\pi \cdot r_i \cdot n_i}{30 \cdot 1000}$	v	8,08
Материал шест.	-----		20ХГНМ
Твёрдость поверхности зуба	<i>Справочная величина</i>	<i>HRC</i>	58
Окружная сила в зацеплении, Н	$F_t = \frac{2 \cdot M_1}{d_{w1}}$	F_t	4439
Коэф. учитыв-й неравномерность распределения нагрузки по длине зуб	1,02 для твердости поверхности зубьев >350НВ	$K_{F\beta}$	1,02
Коэф. динамичности	1 – для косозубой передачи 7-й степени точности, с окружной скоростью 3...8 м/с	K_{Fv}	1
Коэф. нагрузки	$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{Fv}$	K_F	1,02
Коэф. учитыв-й форму зуба шест.	<i>Справочная величина</i>	Y_{F1}	3,73
Коэф. учитыв-й форму зуба колеса	<i>Справочная величина</i>	Y_{F2}	3,71

Продолжение таблицы 2.30

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Коэф. учитыв-й неравномерность распределения нагрузки между зубьями	$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_\alpha - 1) \cdot (n - 5)}{4 \cdot \varepsilon_\alpha}$	$K_{F\alpha}$	0,21
Напряжение изгиба в зубе шест., МПа	$\sigma_{Fi} = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_{Fi} \cdot Y_\beta \cdot K_{F\alpha}}{b_i \cdot m}$	σ_{F1}	60
Напряжение изгиба в зубе колеса, МПа		σ_{F2}	63
Предел выносливости при базовом числе циклов, МПа	<i>Справочная величина</i>	σ_{Flimb}^0	1180

Коэфф., учитыв-й нестабильность свойств материала	<i>Справочная величина</i>	$[S_F]'$	1,25
Коэфф., учитыв-й способ получения заготовки	<i>Справочная величина</i>	$[S_F]''$	1
Коэфф. безопасности	$[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$	$[S_F]$	1,25
Коэфф. реализации крутящего момента на передаче	<i>Справочная величина</i>	K_M	0,65
Допускаемое напряжение изгиба в зубе, МПа	$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F \text{ lim } b}^0}{[S_F] \cdot K_M}$	$[\sigma_F]$	1452
Должны выполняться условия :	$\sigma_{F1} \leq [\sigma_F]$	выполнено.	
	$\sigma_{F2} \leq [\sigma_F]$	выполнено.	
Проверочный расчёт на контактную выносливость			
Коэфф., учитыв-й неравномерность распределения нагрузки между зубьями	<i>1 - для 7-й степени точности зубчатых колёс</i>	$K_{H\alpha}$	1
Коэфф., учитыв-й неравномерность распределения нагрузки по ширине зуба	<i>1,15 - для несимметричного расположения зубчатых колёс относительно опор и твердости поверхности зуба > 350НВ</i>	$K_{H\beta}$	1,15

Продолжение таблицы 2.30

Наименование	Формула	Обозн.	Величина
Динамический Коэфф.	<i>Справочная величина</i>	K_{Hv}	1,05
Коэфф., учитыв-й динамическую нагрузку и неравномерность распределения нагрузки между зубьями и по ширине зуба	$K_H = K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv}$	K_H	1,21
Контактное напряжение на поверхности зуба, МПа	$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot K_H \cdot (U_{12} + 1)^3}{b_1 \cdot U_{12}^2}}$	σ_H	944

Предел контактной выносливости при базовом числе циклов, МПа	$\sigma_{H \lim b}^0 = 23 \cdot HRC$	$\sigma_{H \lim b}^0$	1334
Коэф. долговечности	<i>Справочная величина</i>	K_{HL}	1
Коэф. безопасности	<i>Справочная величина</i>	$[S_H]$	1,1
Допускаемое контактное напряжение, МПа	$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \lim b}^0 \cdot K_{HL}}{[S_H] \cdot K_M}$	$[\sigma_H]$	1866
Должно выполняться условие :	$\sigma_H \leq [\sigma_H]$	выполнено.	

2.2.6. Расчёт шлицевого соединения на вторичном валу

Исходные данные для расчёта

Мах крут-й момент двигателя $T_E = 120 \text{ Нм} = 120000 \text{ Нмм}$;

Передат. число низшей передачи $u = 3,63$;

Длина шлиц на валу: $b_1 = 13 \text{ мм}$;

Длина шлиц на ступице синхронизатора : $b_2 = 16 \text{ мм}$;

Рабочая ширина шлиц: $l = 13 \text{ мм}$;

Модуль: $m = 1,0583 \text{ м}$;

Число зубьев: $z = 33$.

Материал вторичного вала – Сталь 20ХГНМ, термообработка – нитроцементация, закалка и низкий отпуск.

Твердость поверхности $\geq 58 \text{ HRC}$.

Материал ступицы синхронизатора – металлокерамика.

Твердость поверхности $\geq 300 \text{ HV } 0,5$

Расчет шлиц на смятие

$$\sigma_{CM} = \frac{T_E \cdot u}{y \cdot F \cdot l \cdot r_{CP}} \leq [\sigma_{CM}], \quad (2.64)$$

где y – Коэф.ф., учитыв-й неравномерность распределения усилий по рабочим поверхностям зубьев, $y = 0,8$;

F – площадь всех боковых поверхностей зубьев с одной стороны на 1мм длины шлицевого соединения, мм²;

Для Э вольвентных шлиц:

$$F = 0,8 \cdot m \cdot z, \quad (2.65)$$

$$F = 0,8 \cdot 1,0583 \cdot 33 = 27,9 \text{ мм}^2.$$

r_{CP} – радиус закругления, мм;

$$r_{CP} = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot m \cdot z, \quad (2.66)$$

$$r_{CP} = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 1,0583 \cdot 33 = 17,463 \text{ мм}.$$

$[\sigma_{CM}]$ – допустимое напряжение смятия, Н/мм²,

$$[\sigma_{CM}] = 137 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_{CM} = \frac{120000 \cdot 3,63}{0,8 \cdot 27,9 \cdot 13 \cdot 17,463} = 86,2 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_{CM} \leq [\sigma_{CM}]$$

Условие прочности шлицевого соединения смятию выполнено.

3 Безопасность и Экологичность объекта.

3.1 Анализ применения модернизированной коробки передач автомобиля на соответствие требованиям ЕЭК ООН.

В данном дипломном проекте предлагается оптимизировать передаточные числа коробки передач. При выборе значений передаточных чисел трансмиссии для автомобиля LADA PRIORA в качестве приоритетной рассматриваем задачу улучшения динамичности разгона автомобиля. Анализ вопроса расчёта ряда передаточных чисел трансмиссии показал, что в теории автомобиля наиболее широкое распространение получили геометрический, арифметический и

гармонический законы построения рядов передаточных чисел трансмиссии. При этом поставленной в дипломном проекте задаче улучшения показателей динамичности автомобиля в наибольшей степени соответствует гармонический закон построения ряда передаточных чисел трансмиссии, при котором ряд передаточных чисел выстраивается по синусоиде. Таким образом, принят гармонический закон для построения ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля LADA PRIORA. При этом сохраняется неизменной общая компоновочная схема коробки передач, а также обеспечиваются минимальные конструктивные изменения хорошо зарекомендовавшей себя в эксплуатации серийной коробки передач.

Данная модернизация коробки передач практически не влияет на расход топлива автомобилем, а значит, как и стандартный автомобиль со стандартной коробкой передач отвечает требованию правила ЕЭК ООН R-101 по расходу топлива автомобилем и требованию правила ЕЭК ООН R 15-04 по параметрам токсичности автомобиля.

Модернизация осуществленная в данном дипломном проекте также затрагивает виброакустическую характеристику автомобиля. Для компенсации и улучшения измененных в результате модернизации показателей автомобиля рекомендуется произвести некоторые мероприятия по шумоизоляции коробки передач, применяя современные шумоизолирующие материалы.

Также рекомендуется к применению для снижения уровня внешнего шума аэроакустического экрана нижнего проема моторного отсека, который позволяет уменьшить уровень внешнего шума приблизительно на 1 дБА и уменьшить S_x приблизительно на 0,03, что способствует уменьшению расхода топлива и выбросов CO_2 , т.е. будет способствовать выполнению требований правил ЕЭК ООН R-101 и ЕЭК ООН R 15-04.

Модернизация отвечает всем остальным требованиям стандартов, поскольку модернизация коробки передач существенно не влияет на параметры автомобиля, за исключением лишь того, что улучшает комфортабельность управления автомобилем как в городском режиме движения так и по трассе.

3.2 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Участок сборки коробки передач

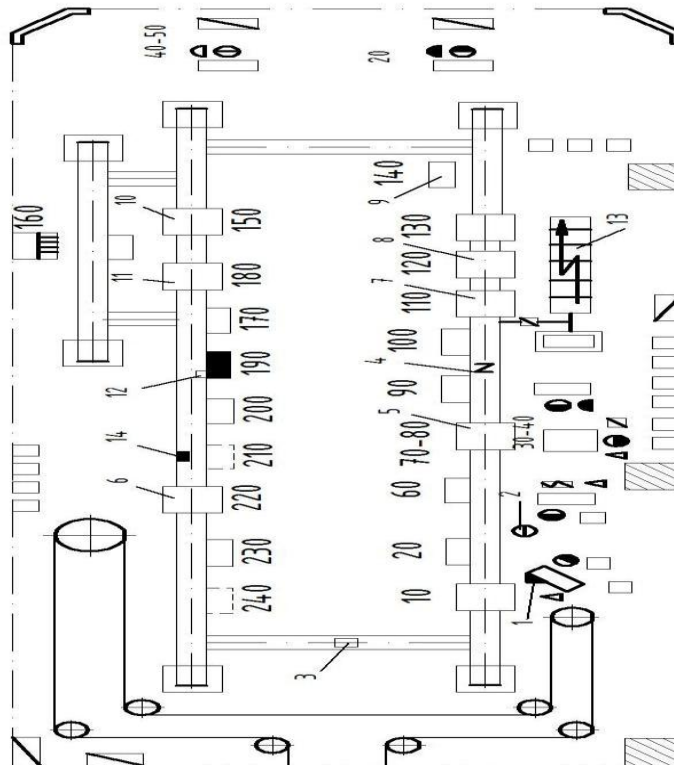








Рисунок 3.1 - Эскиз рабочего места.

Условные обозначения

-  - Горизонтально замкнутый конвейер.
-  - Стеллаж.
-  - Рабочий стол сборщика.
-  - Контейнер для деталей.
-  - Рабочее место.
-  - Подвод сжатого воздуха.

- Местное освещение.
- Бампер.
- Колонны.
- Границы участка.

Описание технологического оборудования.

- 1 – устройство для смазки подшипников.
- 2 – устройство для смазки шестерен.
- 3 – приспособление спутник для фиксации картера.
- 4 – пневмогайковерт.
- 5 – пресс для запрессовки шестерен.
- 6 – автоматический гайковерт.
- 7 – автомат для смазки и установки шайб.
- 8 – пресс для запрессовки пыльников.
- 9 – стенд для регулировки осевого зазора.
- 10 – стенд испытательный.
- 11 – устройство для смазки внутренних поверхностей чехлов.
- 12 – устройство для смазки наружных поверхностей картера.
- 13 – Э лектрический шкаф.
- 14 – приспособление для маркировки.

3.3. Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

3.2.1. Мероприятия по предотвращению несчастных случаев и стихийных бедствий

- а) сигнал тревоги пожара.
- б) сигнал тревоги о стихиях.

Необходимость заранее проинформированности о предстоящей катастрофе и доставлены в безопасное место. Все Э лектрические устройства должны быть отключены в Э том случае.

3.3.2 Меры по нейтрализации разрушений.

а) нейтрализация местных пожаров должна начинаться работниками с использованием удобных пожарных средств, сразу после обнаружения пожаров должна быть пожарная охрана и Эвакуация незаселенных в пожарной службе работников.

б) устранение завалов и последствий наводнений должно осуществляться службами МЧС с возможным соединением добровольных помощников и коммунальных служб.

Стандартные требования – в приложении Б.

4 Экономическая эффективность дипломного проекта

4.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Таблица 4.1 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>V</i> _{год.}	шт.	78000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>E</i> _{соц.н.}	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>E</i> _{обзав.}	%	197

Коэффицент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффицент расходов на содержание и эксплуатацию	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффицент транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффицент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффицент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффицент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффицент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффицент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффицент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Коэффицент капиталобразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,085

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

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (4.1)$$

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

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

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

$K_{вот}$ – коэффицент возвратных отходов, %.

Таблица 4.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	2,5	363,75
Прокат Сталь 3	кг	47,36	2,75	130,24
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	3,2	416,22
Бронза (отходы)	кг	3,1	3,1	9,61
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	2,84	382,60
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	4,2	19,74
Итого				1322,17
<i>Ктзр</i>		1,45		19,17
<i>Квот</i>		1		13,22
Всего				1354,56

$$M = 1354,56 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma Pi = \Sigma Ci \cdot ni + Ktзр / 100 \quad (4.2)$$

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

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

Таблица 4.3 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Подшипник роликовый	шт.	1958,54	1	1958,54
Кольцо стопорное	шт.	154,87	4	619,48
Подшипник конический	шт.	2014,58	1	2014,58
Болт М12х1,25	шт.	126,58	6	759,48
Кольцо промежуточное	шт.	96,54	5	482,70
Прокладка	шт.	55,48	1	55,48
Итого				5890,26
<i>Ктзр</i>		1,45		85,41
Всего				5975,67

$$Pi = 5975,67 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Основная заработная плата

$$Zo = Zt(1 + Kпрем/100) \quad (4.3)$$

где - Zt - тарифная заработная плата, руб.

$$Z_m = C_p \cdot i \cdot T_i \quad (4.4)$$

где - $C_p \cdot i$ – часовая тарифная ставка, руб.,

T_i – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 4.4 - Расчет затрат на выполнение операций

№ п.п.	Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
1	Заготовительная	5	1,44	95,29	137,22
2	Токарная	6	1,22	99,44	121,32
3	Фрезерная	5	1,15	95,29	109,58
4	Термообработка	7	1,75	103,53	181,18
5	Шлифовальная	5	1,25	95,29	119,11
6	Сборочная	7	1,14	103,53	118,02
	Итого				786,43
	$K_{прем}$		12		94,37
	Всего				880,80

$$Z_o = 880,80 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Дополнительная заработная плата

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (4.5)$$

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

$$Z_{доп} = 880,80 \cdot 0,14 = 123,31 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (4.6)$$

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

$$C_{соц.н.} = (880,80 + 123,31) \cdot 0,3 = 301,23 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Расходы на содержание и эксплуатацию

$$C_{сод.обор.} = Z_o \cdot E_{обор.} / 100 \quad (4.7)$$

где - $E_{обор.}$ - коэффциент расходов на содержание

$$C_{\text{сод.обор.}} = 880,80 \cdot 1,94 = 1708,76 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (4.8)$$

где - $E_{\text{цех}}$ - коэффицент цеховых расходов, %

$$C_{\text{цех}} = 880,80 \cdot 1,72 = 1514,98 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (4.9)$$

где - $E_{\text{инстр.}}$ - коэффицент расходов на инструмент и оснастку, %

$$C_{\text{инстр.}} = 880,80 \cdot 0,03 = 26,42 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле: (4.10)

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}}$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 1354,56 + 5975,67 + 880,80 + 301,23 + 123,31 + 1708,76 + 1514,98 + 26,42 = 11885,75 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (4.11)$$

где - $E_{\text{обзав.}}$ - коэффицент общезаводских расходов, %

$$C_{\text{обзав.}} = 880,80 \cdot 1,97 = 1735,18 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (4.12)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1735,18 + 11885,75 = 13620,93 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (4.13)$$

где - $E_{\text{ком.}}$ - коэффицент коммерческих расходов

$$C_{\text{ком.}} = 13620,93 \cdot 0,0029 = 39,50 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (4.14)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 13620,93 + 39,50 = 13660,43 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (4.15)$$

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

$$\text{Цотп.б.} = 13660,43 \cdot (1 + 0,3) = 17758,56 \text{ руб.}$$

Таблица 4.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости

№ п.п.	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
1	Стоимость основных материалов	<i>М</i>	1490,02	1354,56
2	Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	5975,67	5975,67
3	Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	880,80	880,80
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	123,31	123,31
5	Страховые взносы	<i>Соц.н.</i>	301,23	301,23
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1708,76	1708,76
7	Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	1514,98	1514,98
8	Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	26,42	26,42
9	Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	12021,20	11885,75
10	Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1735,18	1735,18
11	Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	13756,39	13620,93
12	Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	39,89	39,50
13	Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	13796,28	13660,43
14	Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	17935,17	17935,17

4.2 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат:

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (4.16)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (4.17)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 1490,02 + 5975,67 + 880,80 + 123,31 + 301,23 = \\ &= 8771,04 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 1354,56 + 5975,67 + 880,80 + 123,31 + 301,23 = \\ &= 8635,58 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (4.18)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (4.19)$$

где - $V_{год}$ - объём производства

$$З_{перем.б.} = 8771,04 \cdot 78000 = 684140991,77 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 8635,58 \cdot 78000 = 673575408,67 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (4.20)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (4.21)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1708,76 + 26,42 + 1514,98 + 1735,18 + 39,89 = \\ &= 5025,24 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1708,76 + 26,42 + 1514,98 + 1735,18 + 39,50 = \\ &= 5024,85 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (4.22)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (4.23)$$

$$З_{пост.б.} = 5025,24 \cdot 78000 = 391969023,86 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.пр.} = 5024,85 \cdot 78000 = 391938383,67 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

$$А_{м.уд.} = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot Н_A / 100 \quad (4.24)$$

где - H_A - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

$$А_{м.уд.} = (1708,76 + 26,42) \cdot 12 / 100 = 208,22 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$С_{полн.год.пр.} = С_{полн.с.с.} \cdot V_{год} \quad (4.25)$$

$$С_{полн.год.пр.} = 13660,43 \cdot 78000 = 1065513792,34 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выручка = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{год} \quad (4.26)$$

$$Выручка = 17935,17 \cdot 78000 = 1398943020,32 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$Д_{марж.} = Выручка - З_{перем.пр.} \quad (4.27)$$

$$Д_{марж.} = 1398943020,32 - 673575408,67 = 725367611,64 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$А_{крит.} = З_{пост.пр.} / (Ц_{отп.пр.} - З_{перем.уд.пр.}) \quad (4.28)$$

$$А_{крит.} = 391938383,67 / (17935,17 - 8635,58) = 42145,79 \text{ руб.}$$

$$А_{крит.} = 42150 \text{ руб.}$$

График точки безубыточности

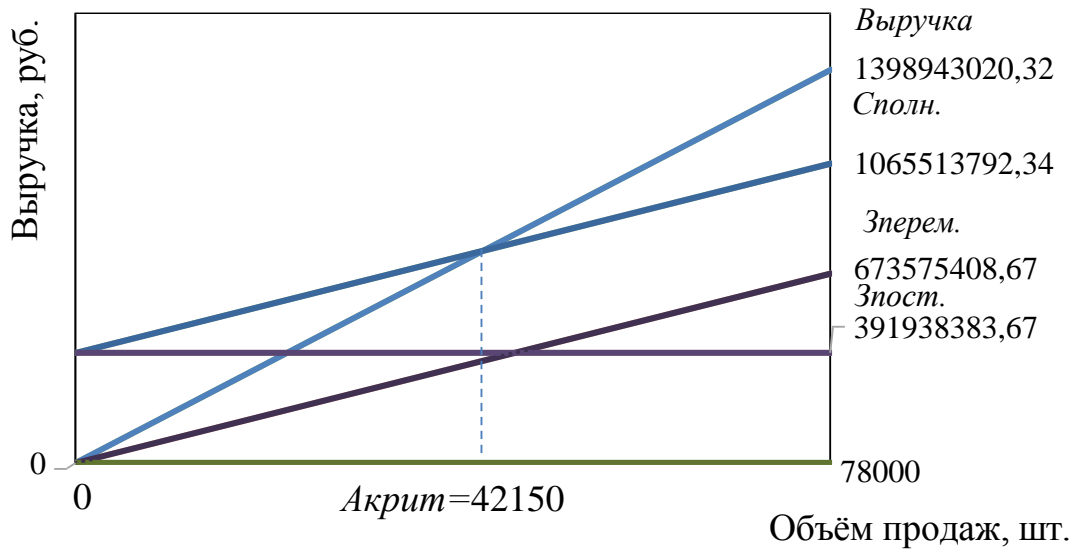


Рисунок 4.1 - График точки безубыточности

4.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (4.29)$$

где – $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$ – максимальный объём продукции, шт.

$A_{\text{крит}}$ – критический объём продаж проектируемого изделия, шт.

n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = \frac{78000 - 42150}{6 - 1} = 7170 \text{ шт.}$$

Объём продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (4.30)$$

где – $V_{\text{прод.}i}$ – объём продаж в i - году, шт.

$$V_{\text{прод.}1} = 42150 + 1 \cdot 7170 = 49320 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 42150 + 2 \cdot 7170 = 56490 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 42150 + 3 \cdot 7170 = 63660 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 42150 + 4 \cdot 7170 = 70830 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 42150 + 5 \cdot 7170 = 78000 \text{ шт.}$$

Выручка по годам:

$$\text{Выручка.}i = \text{Цотп.} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (4.31)$$

$$\text{Выручка.}1 = 17935,17 \cdot 49320 = 884562432,85 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}2 = 17935,17 \cdot 56490 = 1013157579,71 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}3 = 17935,17 \cdot 63660 = 1141752726,58 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}4 = 17935,17 \cdot 70830 = 1270347873,45 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}5 = 17935,17 \cdot 78000 = 1398943020,32 \text{ руб.}$$

Переменные затраты по годам

для базового варианта:

$$Z_{\text{перем.б.}i} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (4.32)$$

$$Z_{\text{перем.б.}1} = 8771,04 \cdot 49320 = 432587611,72 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.б.}2} = 8771,04 \cdot 56490 = 495475956,73 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.б.}3} = 8771,04 \cdot 63660 = 558364301,74 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.б.}4} = 8771,04 \cdot 70830 = 621252646,76 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.б.}5} = 8771,04 \cdot 78000 = 684140991,77 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$Z_{\text{перем.пр.}i} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (4.33)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}1} = 8635,58 \cdot 49320 = 425906912,25 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.пр.}2} = 8635,58 \cdot 56490 = 487824036,36 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.пр.}3} = 8635,58 \cdot 63660 = 549741160,46 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.пр.}4} = 8635,58 \cdot 70830 = 611658284,57 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.пр.}5} = 8635,58 \cdot 78000 = 673575408,67 \text{ руб.}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$A_{\text{м.}} = A_{\text{м.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.34)$$

$$A_{\text{м.}} = 208,22 \cdot 78000 = 16241320,23 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам

для базового варианта:

$$C_{\text{полн.б.}i} = Z_{\text{перем.б.}i} + Z_{\text{пост.б.}} \quad (4.35)$$

$$C_{\text{полн.б.}1} = 432587611,72 + 391969023,86 = 824556635,58 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.б.}2} = 495475956,73 + 391969023,86 = 887444980,59 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.3} = 558364301,74 + 391969023,86 = 950333325,60 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 621252646,76 + 391969023,86 = 1013221670,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 684140991,77 + 391969023,86 = 1076110015,63 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (4.36)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 425906912,25 + 391938383,67 = 817845295,92 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 487824036,36 + 391938383,67 = 879762420,03 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 549741160,46 + 391938383,67 = 941679544,13 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 611658284,57 + 391938383,67 = 1003596668,23 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 673575408,67 + 391938383,67 = 1065513792,34 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (4.37)$$

$$\text{Пр.обл.1} = (884562432,85 - 817845295,92) - (884562432,85 - 824556635,58) = 6711339,66 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = (1013157579,71 - 879762420,03) - (1013157579,71 - 887444980,59) = 7682560,57 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = (1141752726,58 - 941679544,13) - (1141752726,58 - 950333325,60) = 8653781,47 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = (1270347873,45 - 1003596668,23) - (1270347873,45 - 1013221670,62) = 9625002,38 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = (1398943020,32 - 1065513792,34) - (1398943020,32 - 1076110015,63) = 10596223,29 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (4.38)$$

$$\text{Нпр.1} = 6711339,66 \cdot 0,20 = 1342267,93 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 7682560,57 \cdot 0,20 = 1536512,11 \text{ руб.}$$

$$Нпр.3 = 8653781,47 \cdot 0,20 = 1730756,29 \text{ руб.}$$

$$Нпр.4 = 9625002,38 \cdot 0,20 = 1925000,48 \text{ руб.}$$

$$Нпр.5 = 10596223,29 \cdot 0,20 = 2119244,66 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$Пр.ч.i = Пр.обл.i - Нпр.i \quad (4.39)$$

$$Пр.ч.1 = 6711339,66 - 1342267,93 = 5369071,73 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.2 = 7682560,57 - 1536512,11 = 6146048,45 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.3 = 8653781,47 - 1730756,29 = 6923025,18 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.4 = 9625002,38 - 1925000,48 = 7700001,90 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.5 = 10596223,29 - 2119244,66 = 8476978,63 \text{ руб.}$$

Расчет Э кономии от повышения надежности

$$Пр.ож.д. = Цотп. \cdot Д2/Д1 - Цотп. \quad (4.40)$$

где - Д1 и Д2 - долговечность изделия

$$Д1 = 100000 \text{ циклов}$$

$$Д2 = 120000 \text{ циклов}$$

$$Пр.ож.д. = 17935,17 \cdot 120000 / 100000 - 17935,17 = 3587,03 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$ЧДi = Пр.ч.i + Ам + Пр.ож.д. \cdot Vпрод.i \quad (4.41)$$

$$ЧД1 = 5369071,73 + 16241320,23 + 3587,03 \cdot 49320 = 198522878,53 \text{ руб}$$

$$ЧД2 = 6146048,45 + 16241320,23 + 3587,03 \cdot 56490 = 225018884,63 \text{ руб}$$

$$ЧД3 = 6923025,18 + 16241320,23 + 3587,03 \cdot 63660 = 251514890,73 \text{ руб}$$

$$ЧД4 = 7700001,90 + 16241320,23 + 3587,03 \cdot 70830 = 278010896,83 \text{ руб}$$

$$ЧД5 = 8476978,63 + 16241320,23 + 3587,03 \cdot 78000 = 304506902,93 \text{ руб}$$

Дисконтирование денежного потока.

$$\alpha_{it} = 1/(1 + \text{Есм.}i)^t \quad (4.42)$$

где - $\text{Есм.}i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов

$$\text{Есм.} = 5 \quad \%$$

$$\alpha_1 = 0,952 \quad \alpha_2 = 0,907 \quad \alpha_3 = 0,864 \quad \alpha_4 = 0,823 \quad \alpha_5 = 0,783$$

$$\text{ДСП}_i = \text{ЧД}_i \cdot \alpha_i \quad (4.43)$$

$$\text{ДСП}_1 = 198522878,53 \cdot 0,952 = 188993780,36 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_2 = 225018884,63 \cdot 0,907 = 204092128,36 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_3 = 251514890,73 \cdot 0,864 = 217308865,59 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_4 = 278010896,83 \cdot 0,823 = 228802968,09 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_5 = 304506902,93 \cdot 0,783 = 238428904,99 \text{ руб.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma \text{ДСП} = \Sigma \text{ДСП}_i \quad (4.44)$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ДСП} = & 188993780,36 + 204092128,36 + 217308865,59 + \\ & + 228802968,09 + 238428904,99 = 1077626647,38 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{\text{инв}} \cdot \Sigma \text{Сполн.пр.}i \quad (4.45)$$

где - $K_{\text{инв}}$. – коэффциент капиталобразующих инвестиций.

$$\begin{aligned} J_0 = & 0,085 \cdot (817845295,92 + 879762420,03 + 941679544,13 + \\ & + 1003596668,23 + 1065513792,34) = 400213806,26 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (4.46)$$

$$ЧДД = 1077626647,38 - 400213806,26 = 677412841,13 \text{ руб.}$$

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$ID = ЧДД / J_0 \quad (4.47)$$

$$ID = 677412841,13 / 400213806,26 = 1,69$$

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (4.48)$$

$$Токуп. = 400213806,26 / 677412841,13 = 0,59$$

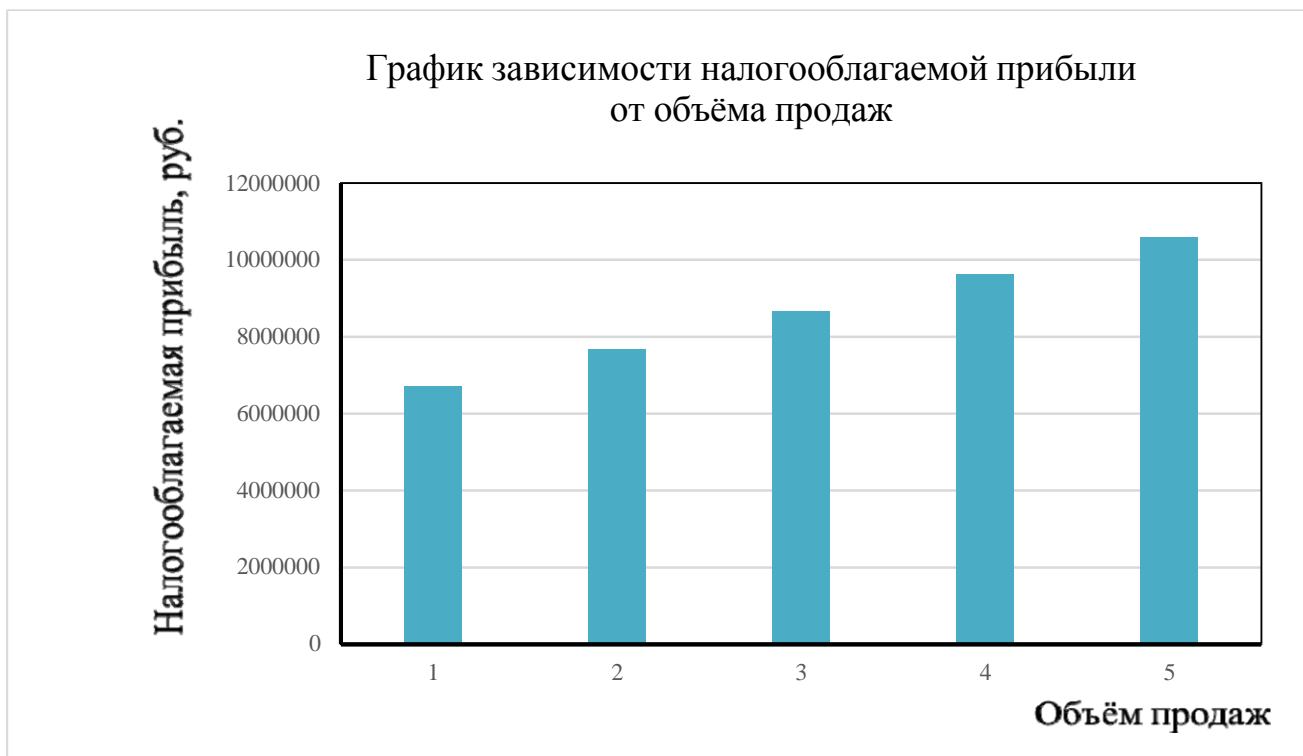


Рисунок 4.2 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

Выводы и рекомендации

Благодаря целому ряду проектных работ, ресурс автомобильного конструкторского блока увеличивается с одновременным положительным экономическим эффектом $ID=1.69$.

При расчете экономических показателей для внедрения конструкторских единиц автомобилей в массовое производство было установлено, что стоимость проектного предложения ниже себестоимости основного варианта, а в результате увеличения ресурсов на проектирование, увеличения продаж ожидаемых, что является положительным экономическим показателем. С этой целью была рассчитана социальная эффективность проекта и рассчитана ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Чистый дисконтный доход от реализации обновления хостинга составляет 677412841, 13 рублей.

Срок окупаемости проекта-0.59 лет, что свидетельствует о минимальном риске проекта. Основываясь на данных, о которых мы можем говорить о применении в новом дизайне автомобиля.

Таблица 4.6 - Показатели коммерческой эффективности проекта

Наименование показателей	Годы					
	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Объем продаж Vпрод.(шт)		49320	56490	63660	70830	78000
Отпускная цена за единицу		17935,17				
Выручка.н.		884562	1013158	1141753	1270348	1398943
Переменные затраты (тыс.		432588	495476	558364	621253	684141
Зперем.н.		425907	487824	549741	611658	673575
Амортизация, Ам (тыс. руб.)		16241				
Постоянные затраты,(тыс.		391969				
Зпост.н.		391938				
Полная себестоимость, (тыс.		824557	887445	950333	1013222	1076110
Спол.н.		817845	879762	941680	1003597	1065514
Налогооблагаемая прибыль, б		60006	125713	191419	257126	322833
Налогооблагаемая прибыль, н		66717	133395	200073	266751	333429
Налог на прибыль, б (тыс.		12001	25143	38284	51425	64567
Налог на прибыль, н		13343	26679	40015	53350	66686
Прибыль чистая, б		48005	100570	153136	205701	258266
Прибыль чистая, н		53374	106716	160059	213401	266743
Чистый поток реальных		198523	225019	251515	278011	304507
Коэф дисконтир at1 при		0,952	0,907	0,864	0,823	0,783
Чистый дисконтированный		188994	204092	217309	228803	238429
Капиталообразующие	400214					
Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег (чистый NPV)		677413				
Индекс доходности,JD		1,69				
Срок окупаемости проекта		0,59				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В Э том дипломном проекте на тему "Переднеприводный автомобиль 2-го класса. Коробка передач" рассматривает 5-ступенчатую трансмиссию автомобиля ВАЗ-2170. Для оценки данной конструкции будет проведено технико-Экономическое обоснование проекта, динамическое, тяговое усилие и прочностной расчеты.

Чтобы лучше узнать возможности Э того изменения, параметры ВСХ, баланс тягового, текущий баланс, динамический фактор, время и способ ускорения, топливная Экономичность определены.

В Экономической части проводится оценка конструкторских показателей надежности и долговечности, оценка публичного значения проекта, а также определяются производственные затраты на переключение передач.

Проект разрабатывает технологический процесс сборки коробки передач, а также деятельность по промышленной безопасности и Экологии.

В рамках дипломного проекта по безопасности и Экологии анализируется применение модернизированной трансмиссии для обеспечения соответствия требованиям ЕЭК ООН.

Сравнивая показатели тягово-динамических свойств и топливной Экономичности автомобиля LADA PRIORA оборудованного серийной и модернизированной коробкой передач можно сделать следующие выводы:

- 1) Время разгона автомобиля при использовании модернизированного ряда передаточных чисел трансмиссии сократилось при разгоне от 0 до 60 км/ч на 7%, при разгоне от 0 до 90 км/ч также на 5%.
- 2) Путь расход топлива на высшей передаче при движении на высоких скоростях остался неизменным.

Таким образом, поставленные задачи по повышению динамики разгона автомобиля, посредством изменения значений передаточных чисел коробки

передач решены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
2. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
3. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
4. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
5. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Егоров, А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - Тольятти 1988. - 35 с.
7. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрора, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрора;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
12. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
13. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение, 1972.–233 с.

- 14.Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
- 15.Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
- 17.Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
- 19.Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан;. - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
- 20.Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин;. - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. - International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.
22. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. - 37s.
23. Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.
24. Dainius, Luneckas. Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Luneckas, Dainius. Bartulis, Vilius;. - Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
25. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчета для серийного ряда
передаточных чисел

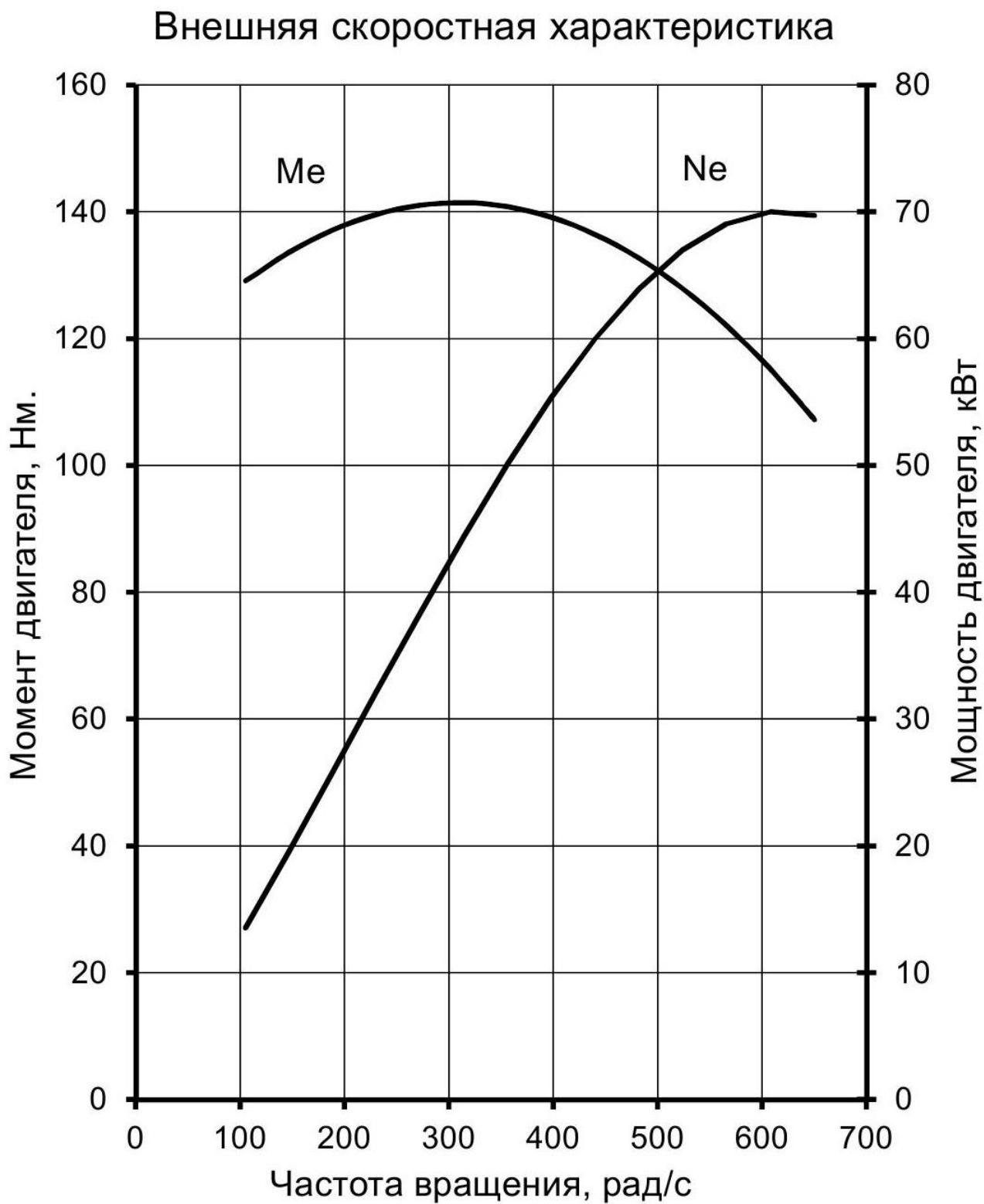


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

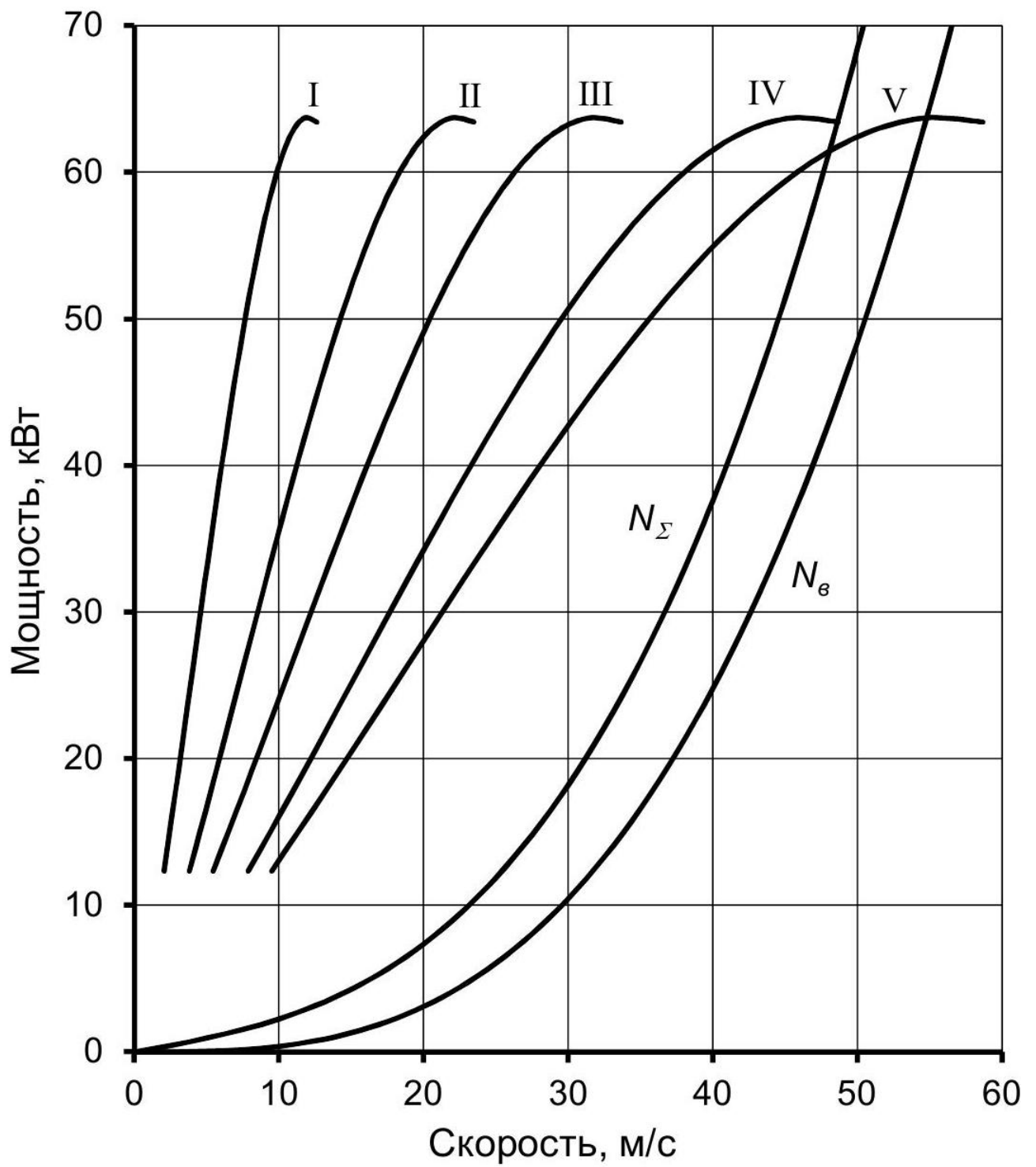


Рисунок А2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

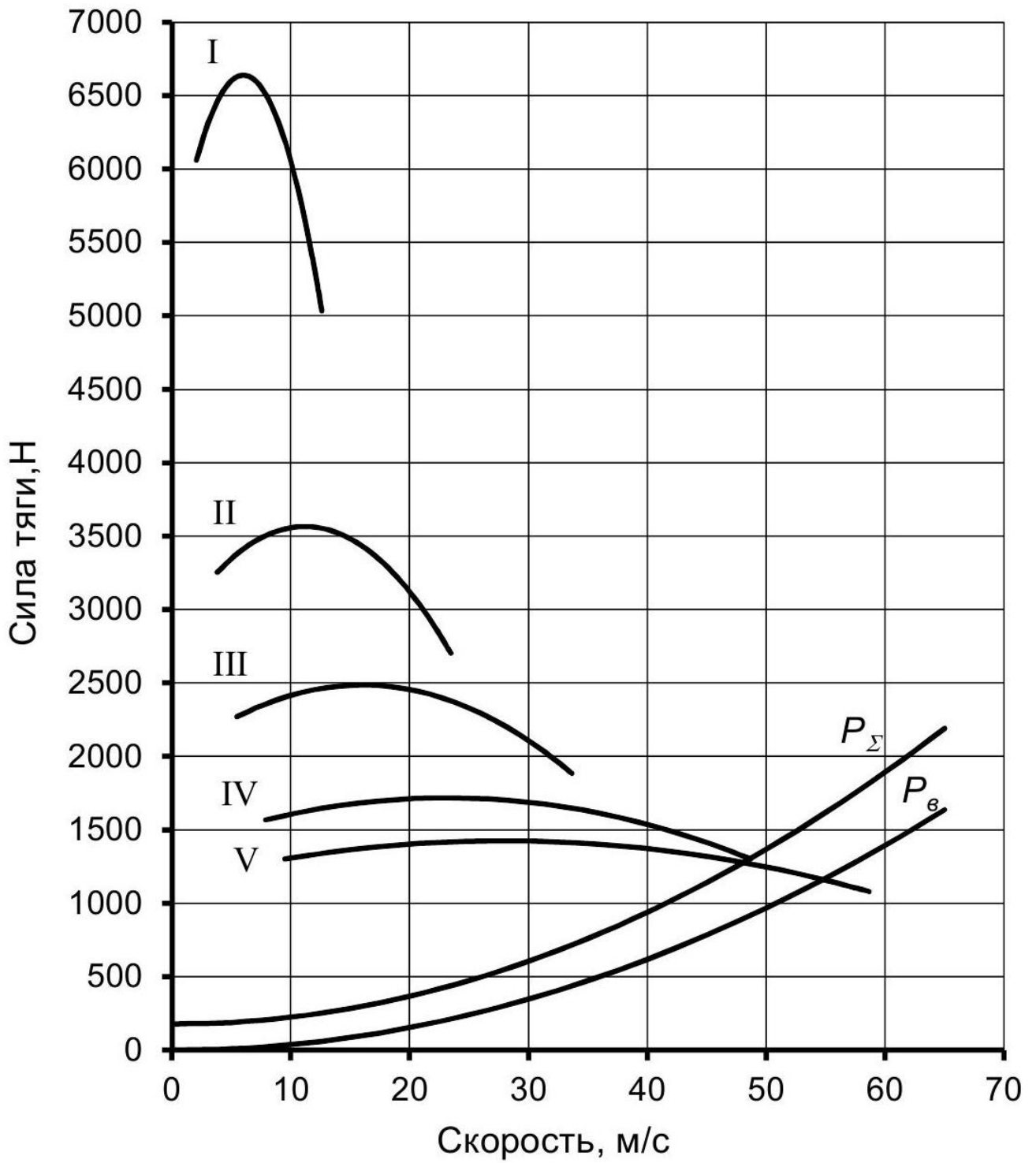


Рисунок А3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

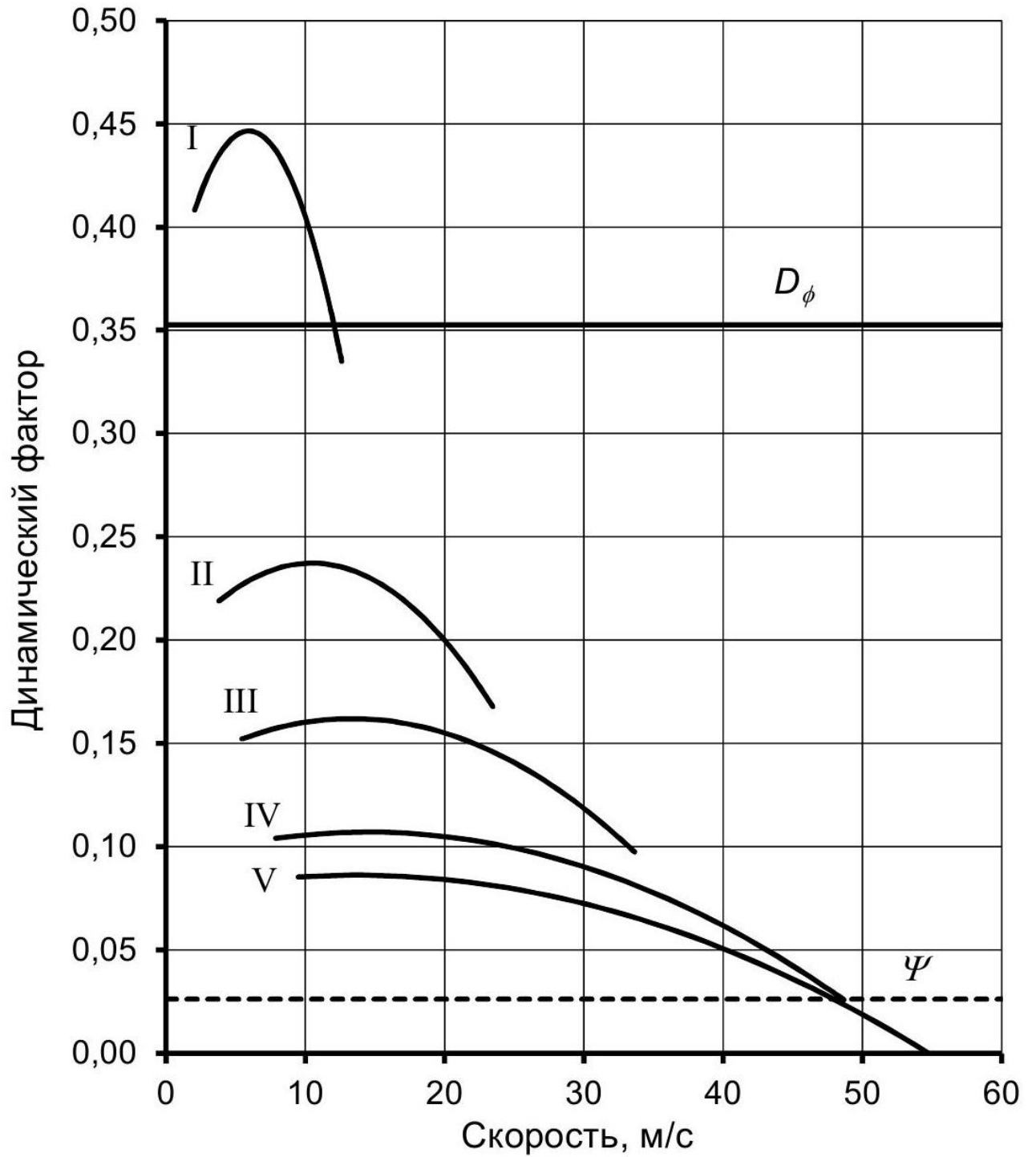


Рисунок А4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

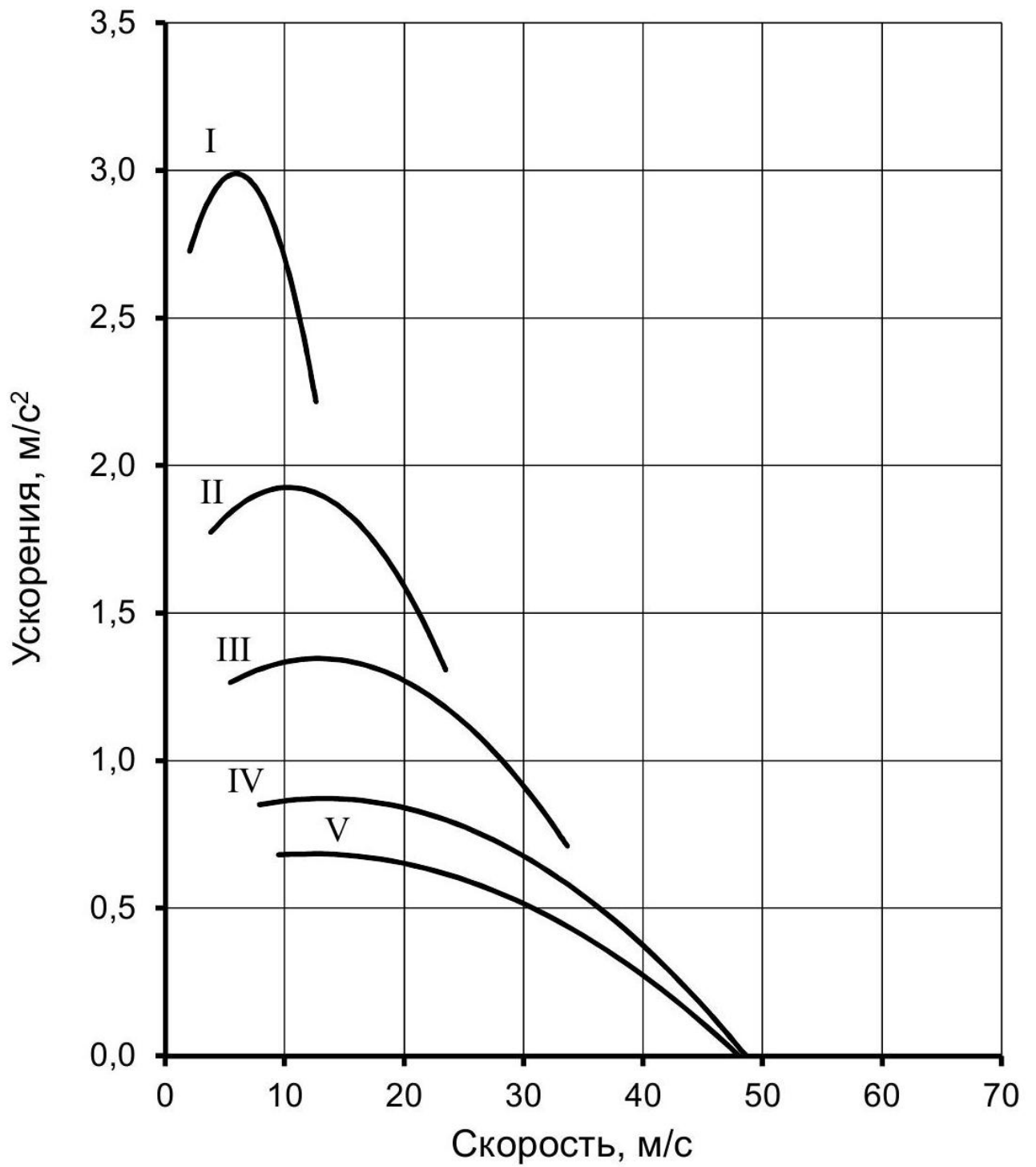


Рисунок А5 – Ускорения на передачах

Время разгона

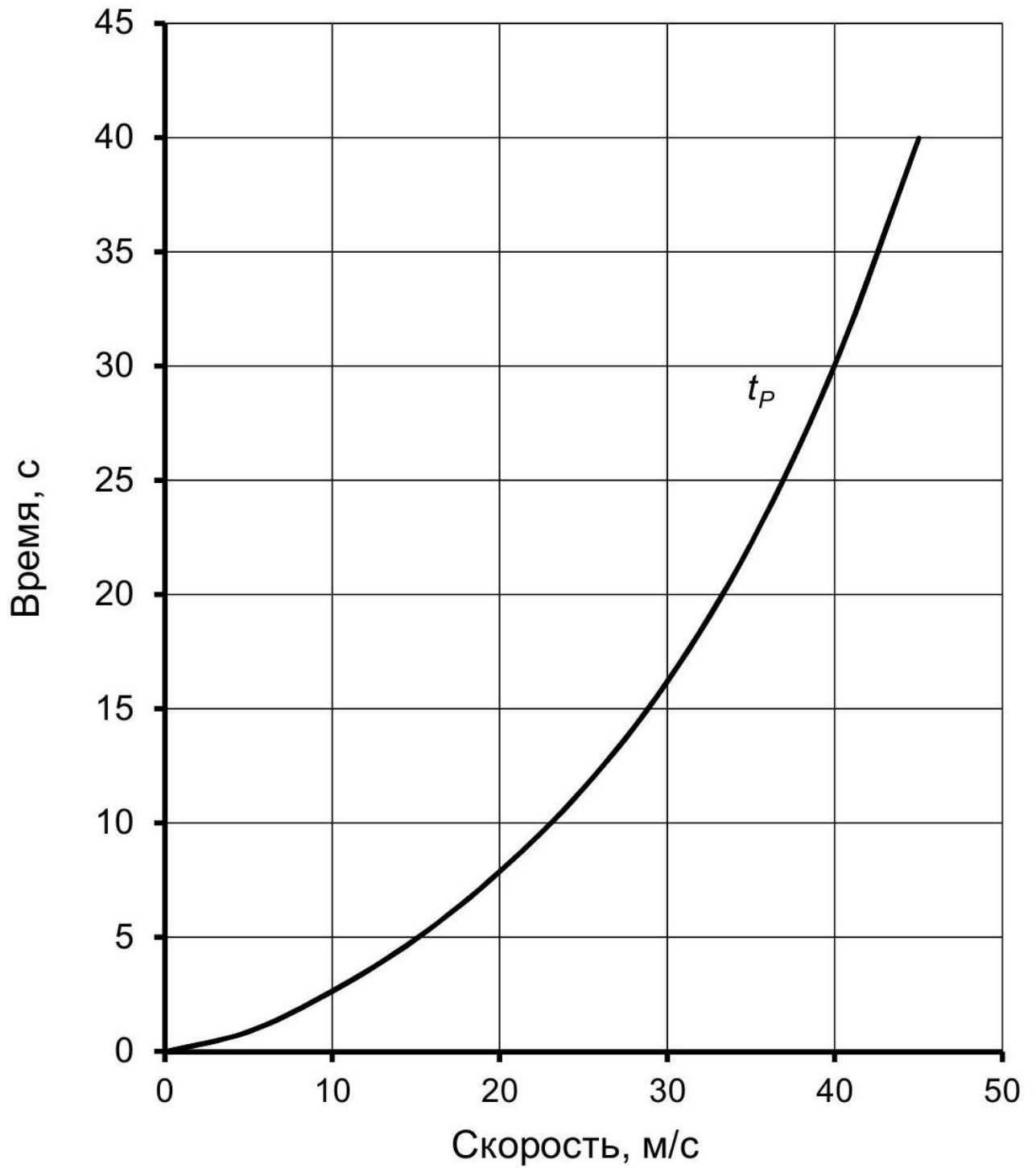


Рисунок А6 – Время разгона

Путь разгона

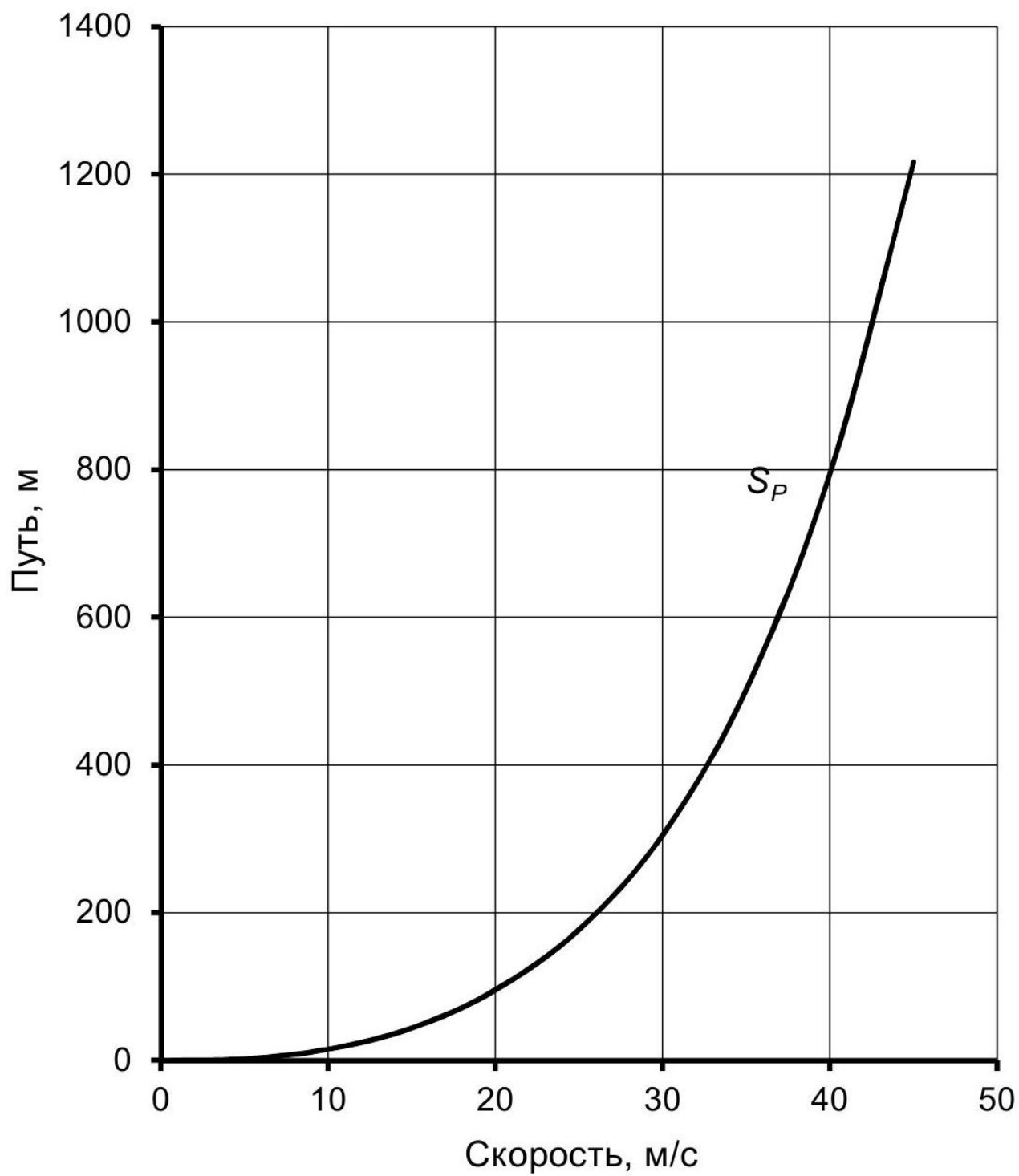


Рисунок А7 – Путь разгона

Путевой расход топлива

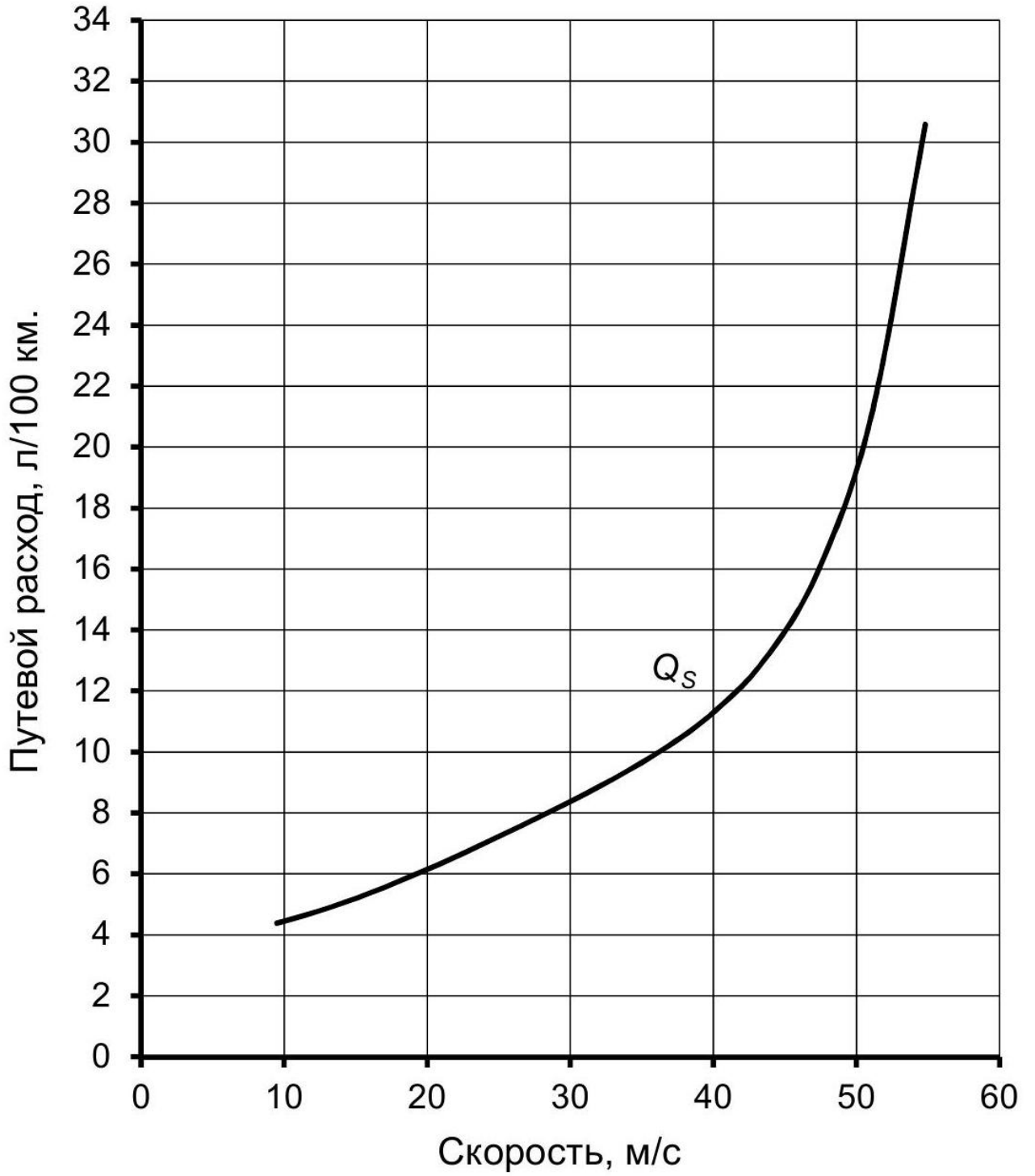


Рисунок А8 – Путевой расход топлива

Графики тягово-динамического расчета для модернизированного ряда передаточных чисел

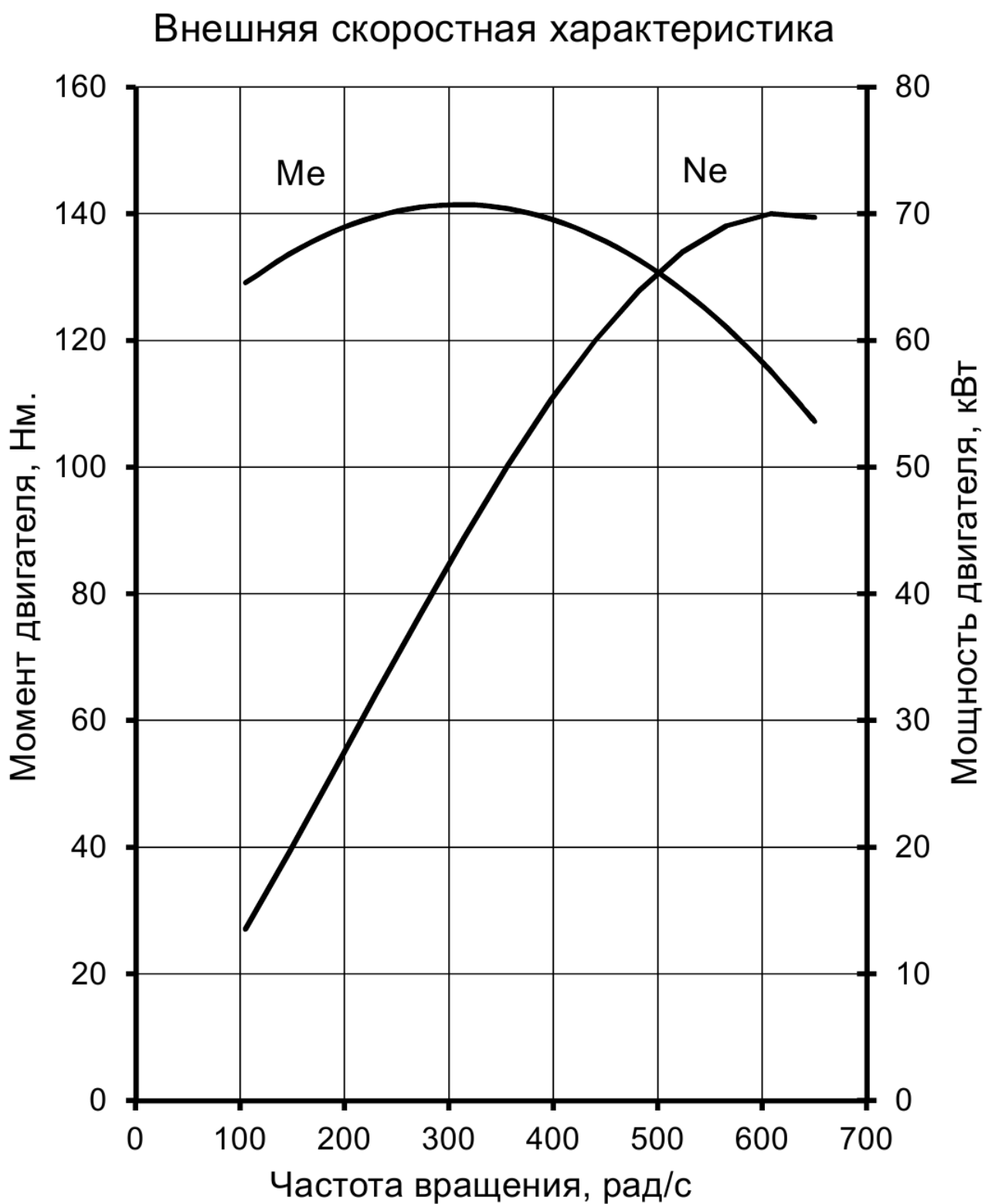


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

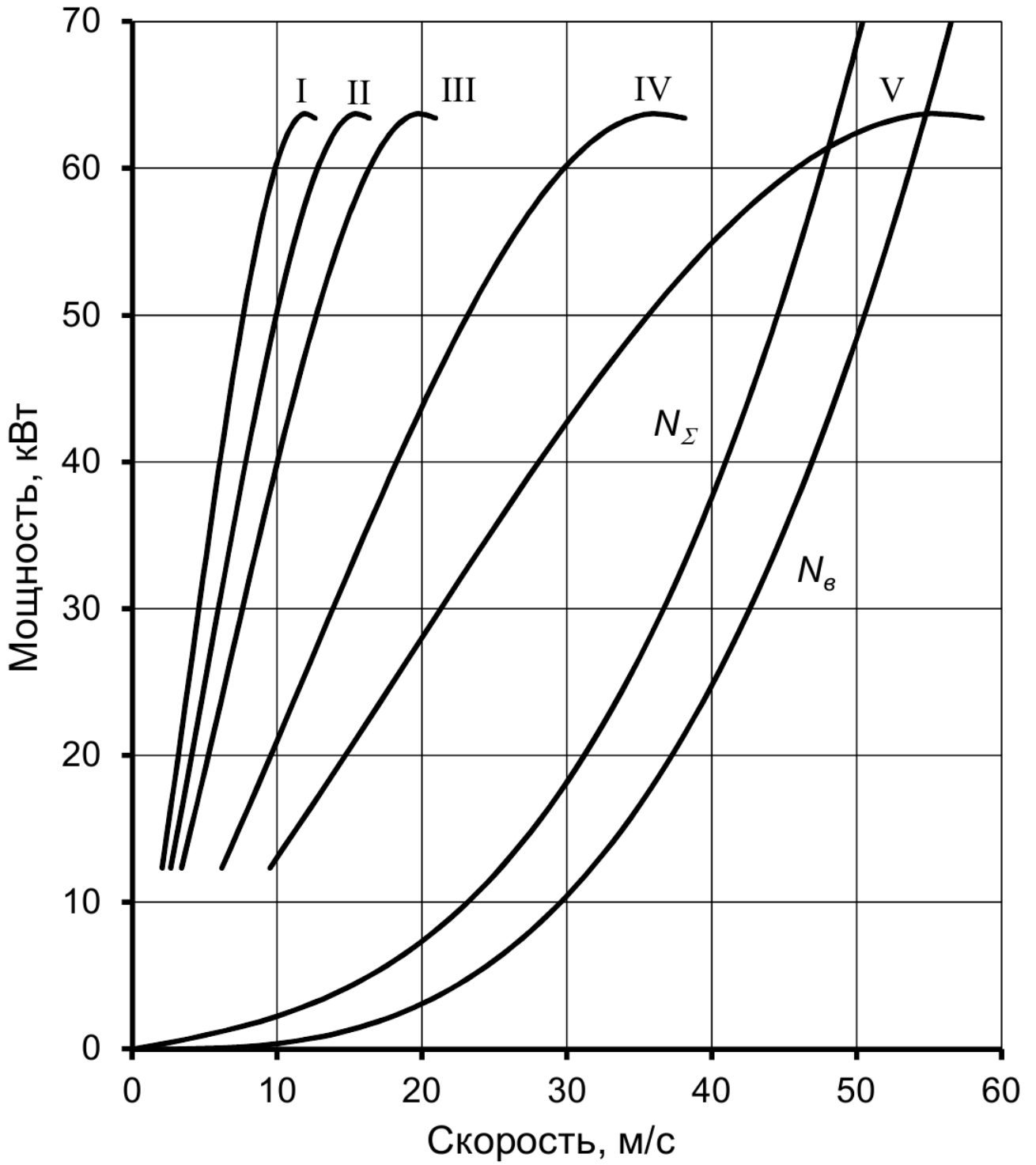


Рисунок А2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

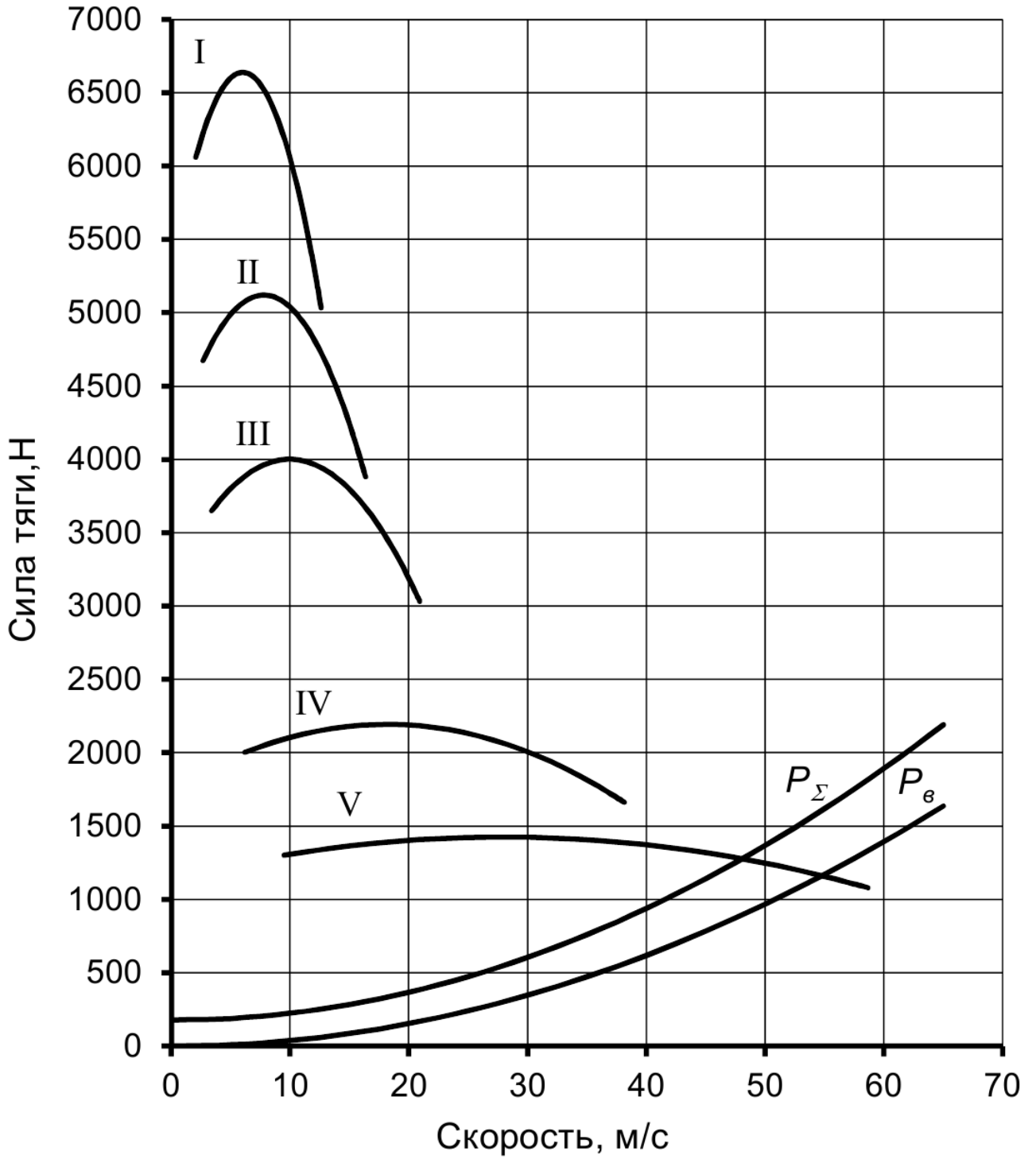


Рисунок А3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

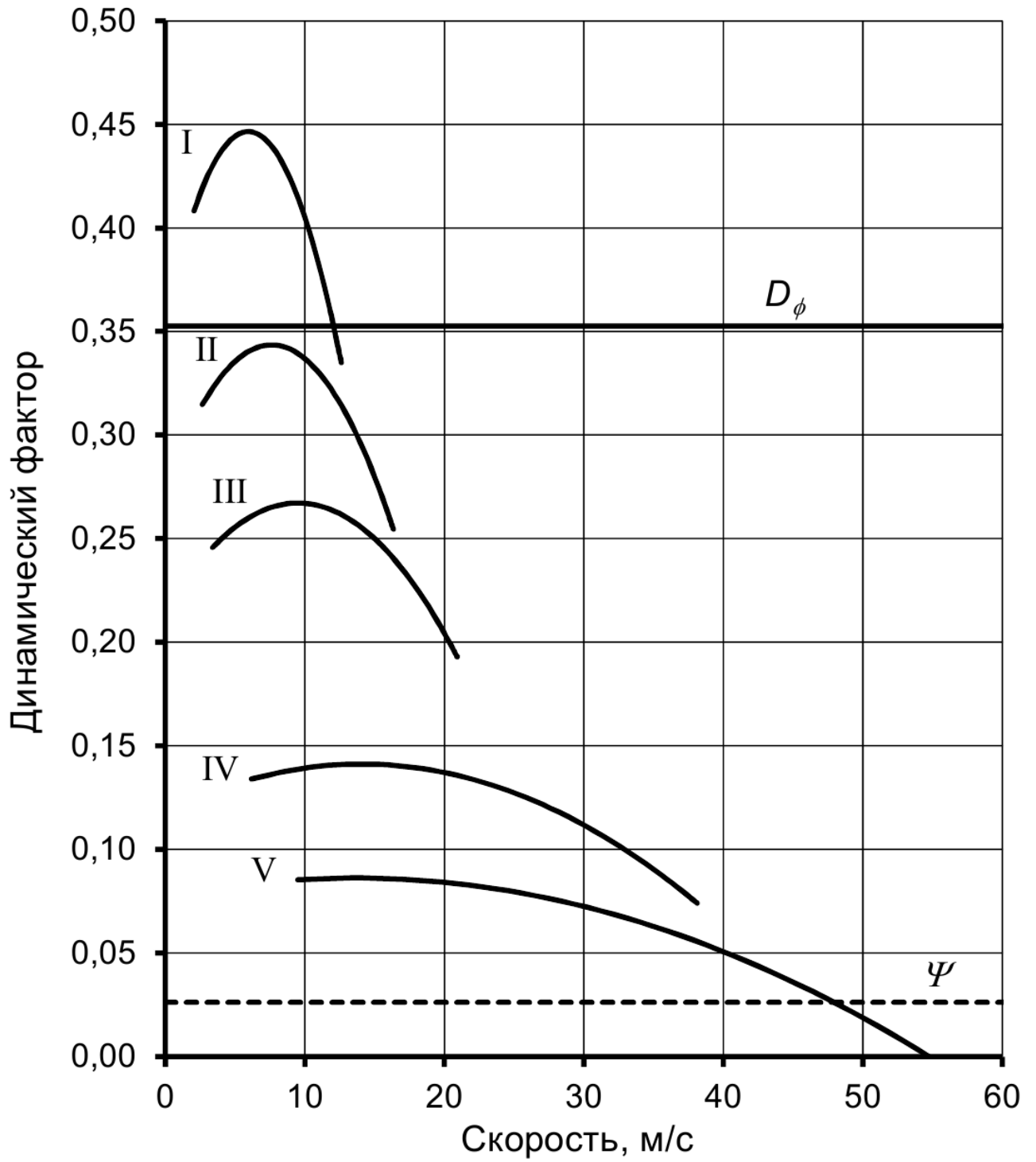


Рисунок А4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

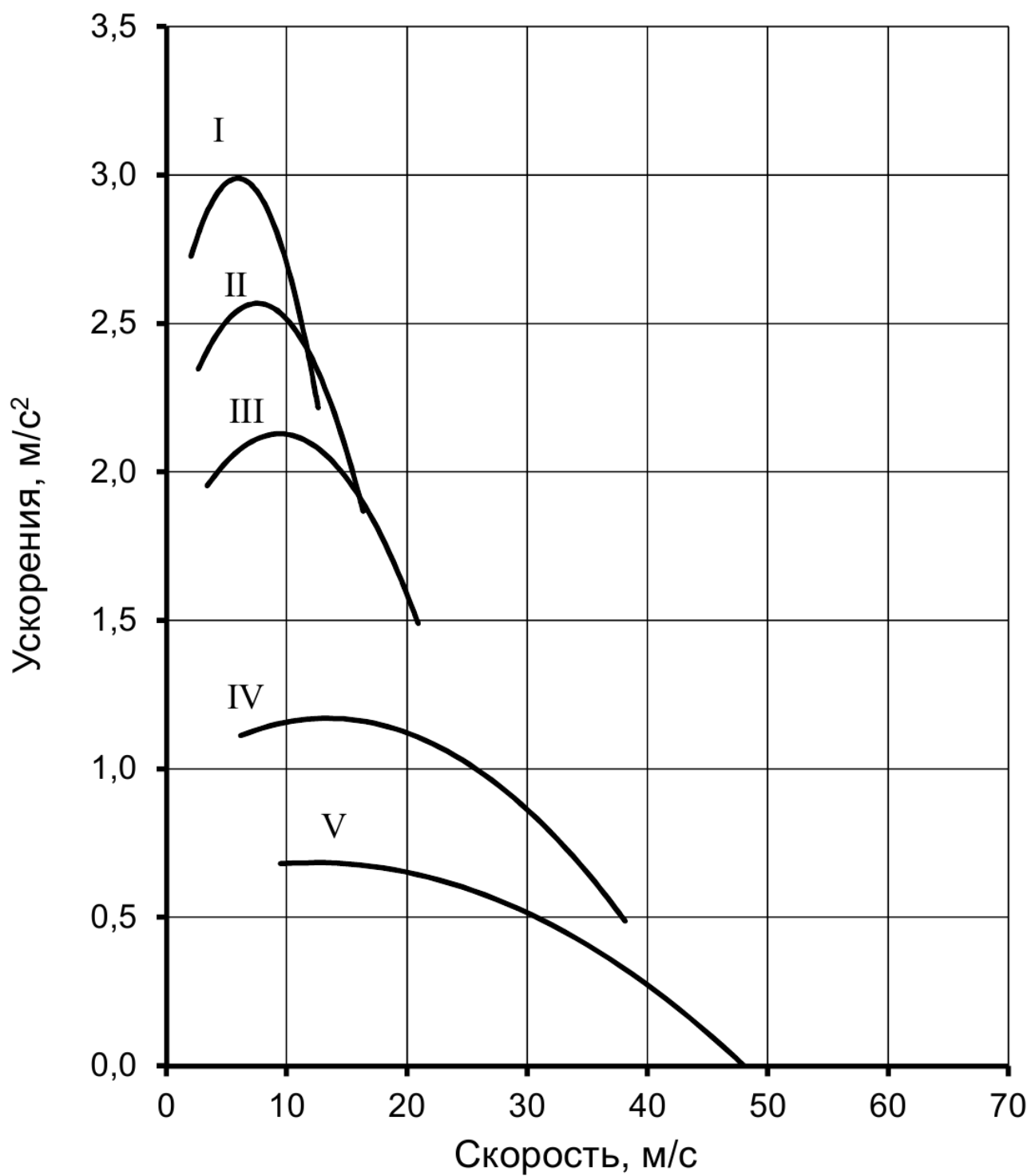


Рисунок А5 – Ускорения на передачах

Время разгона

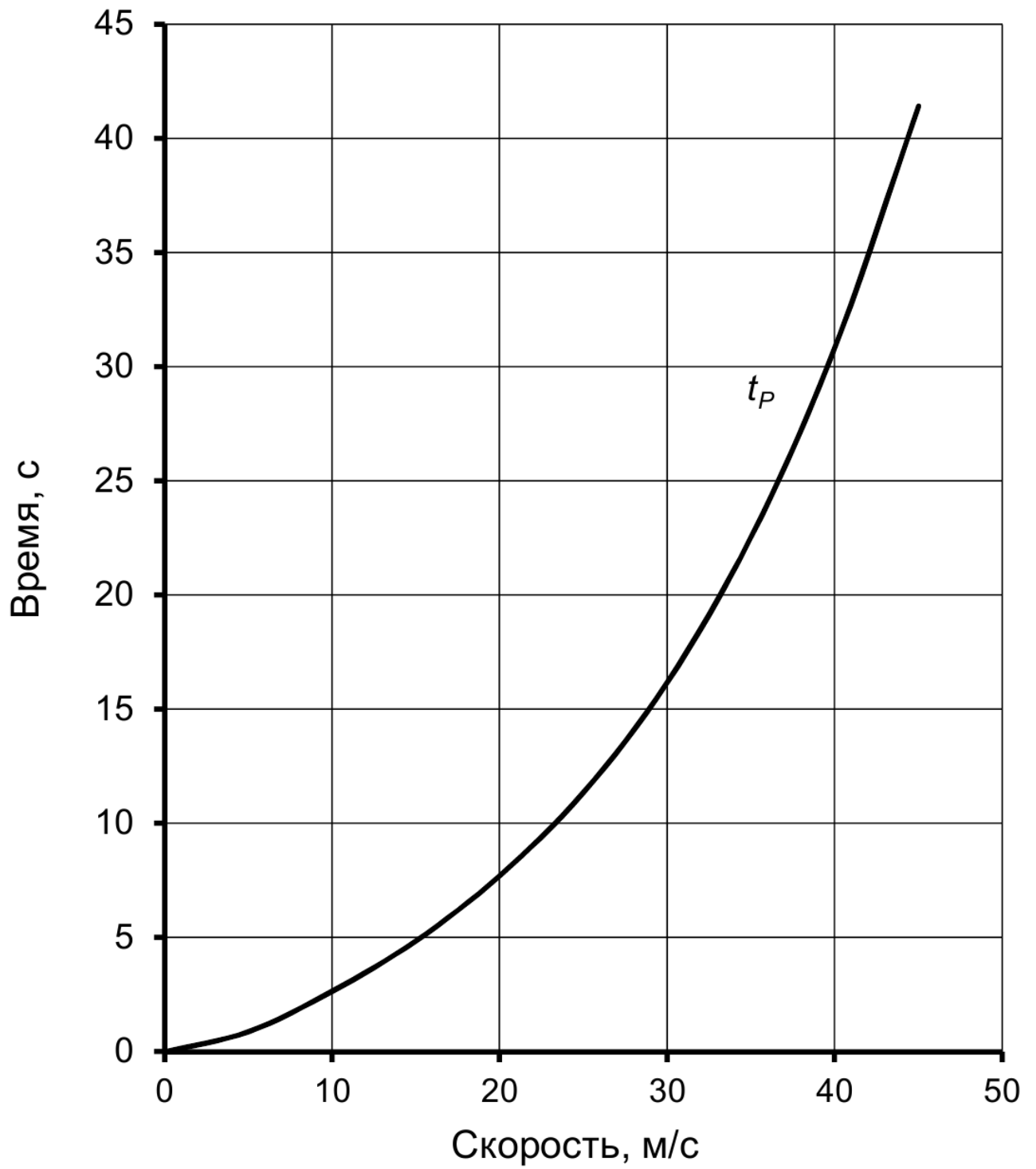


Рисунок А6 – Время разгона

Путь разгона

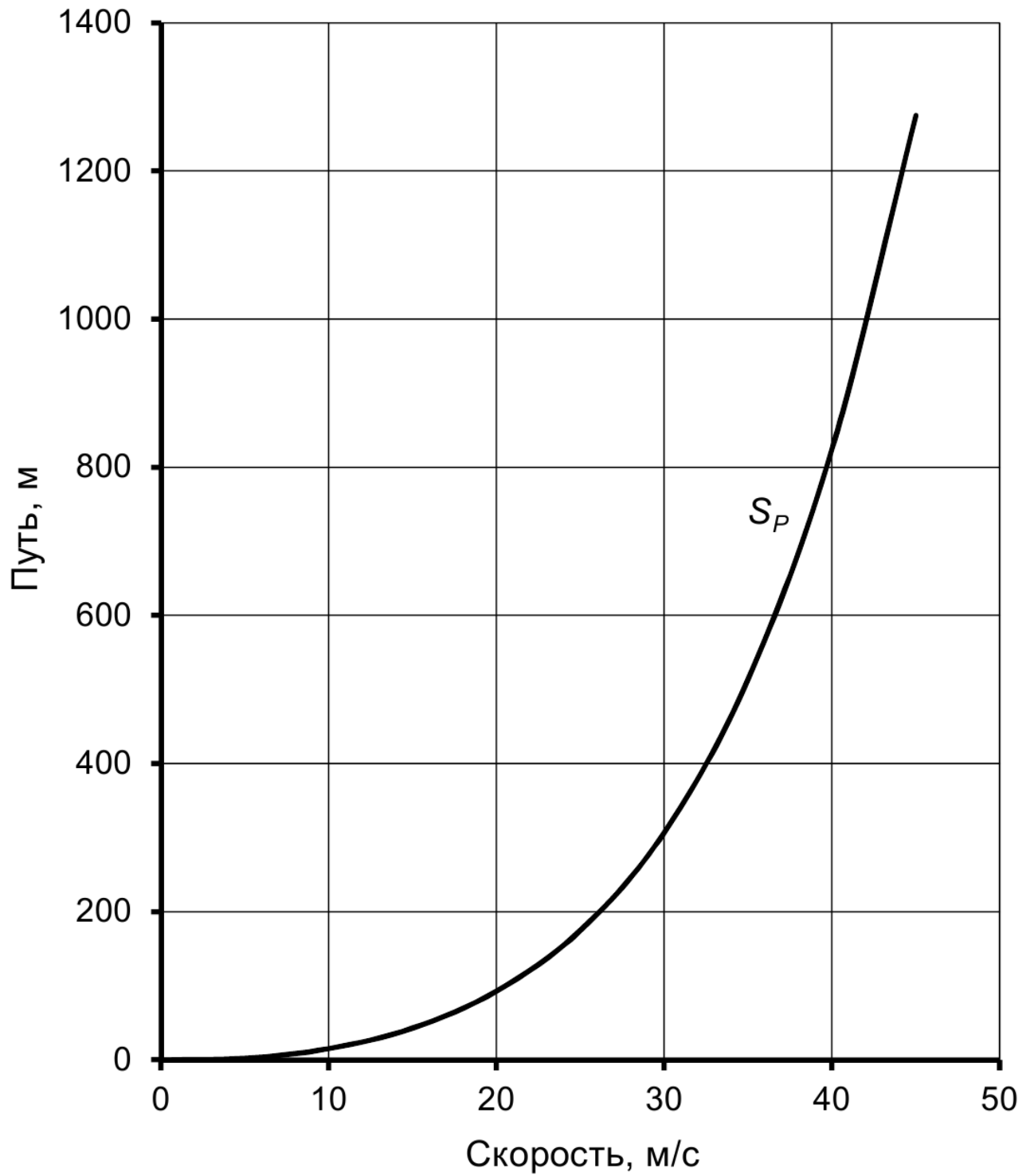


Рисунок А7 – Путь разгона

Путевой расход топлива

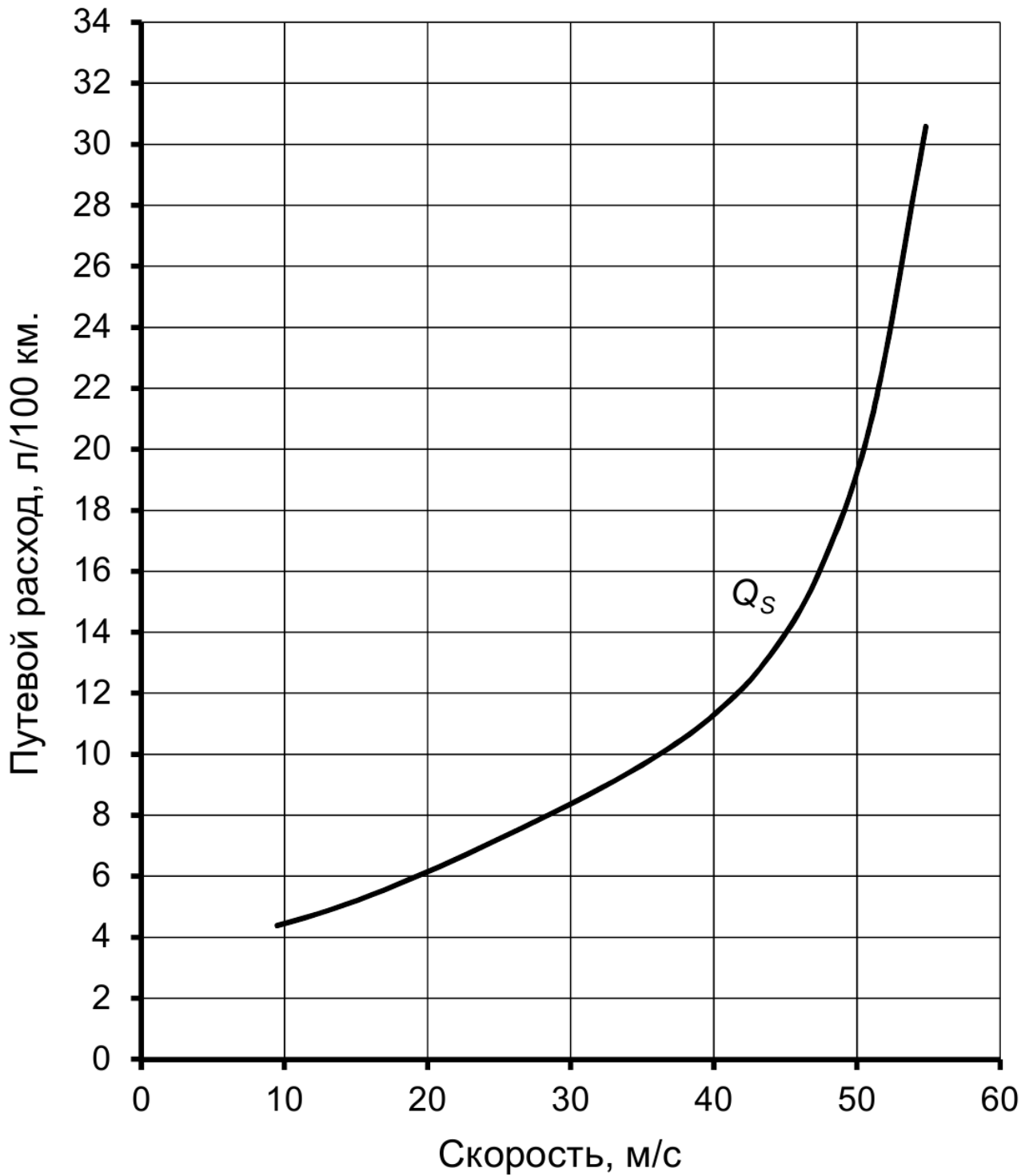


Рисунок А8 – Путевой расход топлива

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Общие требования по охране труда

16 Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.[16]

17 Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.[16]

18 В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"[16] в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата. [16]

19 Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами. [16]

20 Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно - эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств. [16]

21 Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование"[16]

22 Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. [16]

23 Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации. [16]

24 [Положение](#) о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625. [16]

25 Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94. [16]

Термины и определения [16]

26 Производственные помещения - замкнутые пространства в специально

предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей. [16]

27 Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения. [16]

28 Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже. [16]

29 Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. [16]

30 Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. [16]

37 Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. [16]

38 Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°C и выходить за пределы величин. [16]

39 Деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий. [16]

Под окружающей средой понимается совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.[16]

Компонентами природной среды являются земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.[16]

Под природным объектом понимается естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства, под природно-антропогенным объектом - природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение, а под антропогенным объектом - объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.[16]

Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности являются:

- 1) земли, недра, почвы;
- 2) поверхностные и подземные воды;
- 3) леса и иная растительность, животные и другие организмы и их генетический фонд;
- 4) атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство[16]

В первоочередном порядке охране подлежат естественные экологические системы, природные ландшафты и природные комплексы, не подвергшиеся антропогенному воздействию. Особой охране подлежат объекты, включенные в Список всемирного культурного наследия и Список всемирного природного наследия, государственные природные заповедники, в том числе биосферные,

государственные природные заказники, памятники природы, национальные, природные и дендрологические парки, ботанические сады, лечебно-оздоровительные местности и курорты, иные природные комплексы, исконная среда обитания, места традиционного проживания и хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации, объекты, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение, континентальный шельф и исключительная экономическая зона Российской Федерации, а также редкие или находящиеся под угрозой исчезновения почвы, леса и иная растительность, животные и другие организмы и места их обитания.[16]

В систему мер по охране окружающей среды входят:

1) нормирование в области охраны окружающей среды - установление нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов, а также государственных стандартов и иных нормативных документов в указанной сфере;

2) экологический мониторинг - комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений ее состояния под воздействием природных и антропогенных факторов;

3) экологический контроль - система мер, направленных на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды;

4) экологический аудит - независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности;

5) иные меры, предусмотренные законодательством Российской Федерации об охране окружающей среды[16]

Система обеспечения безопасности, сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Принято понимать охрану труда в широком и узком смыслах. В широком смысле это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. [Ст.209 Трудового кодекса РФ](#) определяет охрану труда как систему мероприятий, направленную на сохранение жизни и здоровья работников. В узком смысле охрана труда представляет собой комплекс мер по каждому из ее направлений — правовому, экономическому, организационно-техническому и другим, хотя только всесторонняя охрана труда может обеспечить здоровые и безопасные условия труда. В трудовом праве охрана труда в узком смысле понимается как один из принципов трудового права; правовой институт; субъективное право работника на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены в конкретном трудовом правоотношении.[16]

40 Система мер, осуществляемых органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, юридическими и физическими лицами в целях улучшения качества атмосферного воздуха и предотвращения его вредного воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду. Под атмосферным воздухом понимается жизненно важный компонент окружающей природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений. В целях определения критериев безопасности и (или) безвредности воздействия химических, физических и биологических факторов на людей,

растения и животных, особо охраняемые природные территории и объекты, а также в целях оценки состояния атмосферного воздуха устанавливаются гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха и предельно допустимые уровни физических воздействий на него. Выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух допускается на основании разрешений, которые выдаются органами исполнительной власти в области охраны окружающей среды. Указанным разрешением устанавливаются предельно допустимые выбросы и другие условия, которые обеспечивают охрану атмосферного воздуха. Вредные физические воздействия на атмосферный воздух, допускаются на основании разрешений, выданных в порядке, определенном Правительством Российской Федерации. При отсутствии разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на атмосферный воздух, а также при нарушении условий, предусмотренных данными разрешениями, выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на него могут быть ограничены, приостановлены или прекращены в порядке, установленном законодательством Российской Федерации. Юридические лица, имеющие источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и источники вредных физических воздействий на атмосферный воздух, а также количество и состав выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, виды и размеры вредных физических воздействий на него подлежат государственному учету в порядке, определенном Правительством Российской Федерации[16]

Система мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов ([п.17 ст.1 Водного кодекса РФ](#)). Требования по охране водных объектов установлены водным законодательством ([ст.55 – 67 Водного кодекса РФ](#) и др.), законодательством об охране окружающей среды, об использовании и охране водных биологических ресурсов, законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения и иным законодательством Российской Федерации. За невыполнение требований об охране водных

объектов водопользователи несут административную или уголовную ответственность. Вред, причиненный водному объекту в результате нарушения требований по его охране, подлежит возмещению в соответствии с водным законодательством.[16]

Деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц, направленная на сохранение земли как важнейшего компонента природной среды. Целями охраны земли являются предотвращение деградации, загрязнения, захламления, нарушения земель, других негативных воздействий хозяйственной деятельности, а также улучшение и восстановление земель, подвергшихся негативным воздействиям.[16]

Органы государственной власти, органы местного самоуправления разрабатывают, утверждают и обеспечивают выполнение федеральных, региональных и местных программ охраны земель; устанавливают экологические нормативы и санитарные правила и нормативы; осуществляют государственный и муниципальный земельный контроль, иные предусмотренные законодательством меры по обеспечению охраны земель.[16]

Собственники земельных участков, землевладельцы, землепользователи, арендаторы земельных участков обязаны проводить мероприятия по сохранению плодородия почв, защите земель от негативных воздействий природного и антропогенного характера; рекультивации нарушенных земель и пр.[16]

Деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления, граждан и юридических лиц, направленная на охрану лесов от пожаров, от загрязнения (в том числе радиоактивными веществами) и от иного негативного воздействия. Нарушение правил охраны лесов (их загрязнение сточными водами, химическими, радиоактивными и другими вредными веществами, отходами производства и потребления, иное негативное воздействие на леса), а также нарушение правил пожарной безопасности в лесах является основанием для применения мер административной ответственности ([ст. 8.31, 8.32 Кодекса РФ об административных правонарушениях](#)). Уголовная

ответственность предусмотрена за уничтожение или повреждение лесных насаждений в результате неосторожного обращения с огнем или иными источниками повышенной опасности либо в результате путем поджога, а также загрязнения или иного негативного воздействия ([ст. 261 Уголовного кодекса РФ](#)).[16]

Лица, в результате противоправных действий которых был причинен вред лесам, обязаны возместить его в полном объеме в соответствии с законодательством.[16]

1.1. Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций (далее - Порядок) разработан для обеспечения профилактических мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний и устанавливает общие положения обязательного обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда всех работников, в том числе руководителей.[16]

1.2. Порядок обязателен для исполнения федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, работодателями организаций независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, работодателями - физическими лицами, а также работниками, заключившими трудовой договор с работодателем.[16]

1.3. На основе Порядка федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления могут устанавливать дополнительные требования к организации и проведению обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников подведомственных им организаций, не противоречащие требованиям Порядка.[16]

1.4. Порядок не заменяет специальных требований к проведению обучения, инструктажа и проверки знаний работников, установленных органами государственного надзора и контроля.[16]

Одновременно с обучением по охране труда и проверкой знаний требований охраны труда, осуществляемыми в соответствии с Порядком, могут проводиться обучение и аттестация работников организаций по другим направлениям безопасности труда, организуемые органами государственного надзора и контроля и федеральными органами исполнительной власти в порядке, утверждаемом ими по согласованию с Министерством труда и социального развития Российской Федерации.[16]

1.5. Обучению по охране труда и проверке знаний требований охраны труда в соответствии с Порядком подлежат все работники организации, в том числе ее руководитель.[16]

1.6. Работники, имеющие квалификацию инженера (специалиста) по безопасности технологических процессов и производств или по охране труда, а также работники федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, государственного надзора и контроля, педагогические работники образовательных учреждений, осуществляющие преподавание дисциплины "охрана труда", имеющие непрерывный стаж работы в области охраны труда не менее пяти лет, в течение года после поступления на работу могут не проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.[16]

1.7. Ответственность за организацию и своевременность обучения по охране труда и проверку знаний требований охраны труда работников организаций несет работодатель в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.[16]

II. Порядок обучения по охране труда

2.1. Проведение инструктажа по охране труда

2.1.1. Для всех принимаемых на работу лиц, а также для работников, переводимых на другую работу, работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан проводить инструктаж по охране труда.[16]

2.1.2. Все принимаемые на работу лица, а также командированные в организацию работники и работники сторонних организаций, выполняющие

работы на выделенном участке, обучающиеся образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящие в организации производственную практику, и другие лица, участвующие в производственной деятельности организации, проходят в установленном порядке вводный инструктаж, который проводит специалист по охране труда или работник, на которого приказом работодателя (или уполномоченного им лица) возложены эти обязанности.

Вводный инструктаж по охране труда проводится по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации с учетом специфики деятельности организации и утвержденной в установленном порядке работодателем (или уполномоченным им лицом).[16]

2.1.3. Кроме вводного инструктажа по охране труда, проводятся первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи.[16]

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит непосредственный руководитель (производитель) работ (мастер, прораб, преподаватель и так далее), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.[16]

Проведение инструктажей по охране труда включает в себя ознакомление работников с имеющимися опасными или вредными производственными факторами, изучение требований охраны труда, содержащихся в локальных нормативных актах организации, инструкциях по охране труда, технической, эксплуатационной документации, а также применение безопасных методов и приемов выполнения работ.[16]

Инструктаж по охране труда завершается устной проверкой приобретенных работником знаний и навыков безопасных приемов работы лицом, проводившим инструктаж.[16]

Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей (в установленных случаях - в наряде-

допуске на производство работ) с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа.[16]

2.1.4. Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала самостоятельной работы:

со всеми вновь принятыми в организацию работниками, включая работников, выполняющих работу на условиях трудового договора, заключенного на срок до двух месяцев или на период выполнения сезонных работ, в свободное от основной работы время (совместители), а также на дому (надомники) с использованием материалов, инструментов и механизмов, выделяемых работодателем или приобретаемых ими за свой счет;

с работниками организации, переведенными в установленном порядке из другого структурного подразделения, либо работниками, которым поручается выполнение новой для них работы;

с командированными работниками сторонних организаций, обучающимися образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящими производственную практику (практические занятия), и другими лицами, участвующими в производственной деятельности организации.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится руководителями структурных подразделений организации по программам, разработанным и утвержденным в установленном порядке в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда, локальных нормативных актов организации, инструкций по охране труда, технической и эксплуатационной документации.[16]

Работники, не связанные с эксплуатацией, обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием электрифицированного или иного инструмента, хранением и применением сырья и материалов, могут освобождаться от прохождения первичного инструктажа на рабочем месте. Перечень профессий и должностей работников, освобожденных от прохождения первичного инструктажа на рабочем месте, утверждается работодателем.[16]

2.1.5. Повторный инструктаж проходят все работники, указанные в [п. 2.1.4](#) настоящего Порядка, не реже одного раза в шесть месяцев по программам, разработанным для проведения первичного инструктажа на рабочем месте.[16]

2.1.6. Внеплановый инструктаж проводится:

при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда;

при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на безопасность труда;

при нарушении работниками требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т. п.);

по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля;

при перерывах в работе (для работ с вредными и (или) опасными условиями - более 30 календарных дней, а для остальных работ - более двух месяцев);

по решению работодателя (или уполномоченного им лица).[16]

2.1.7. Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляются наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы, а также при проведении в организации массовых мероприятий.

2.1.8. Конкретный порядок, условия, сроки и периодичность проведения всех видов инструктажей по охране труда работников отдельных отраслей и организаций регулируются соответствующими отраслевыми и межотраслевыми нормативными правовыми актами по безопасности и охране труда.

2.2. Обучение работников рабочих профессий

2.2.1. Работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан организовать в течение месяца после приема на работу обучение безопасным методам и

приемам выполнения работ всех поступающих на работу лиц, а также лиц, переводимых на другую работу.

Обучение по охране труда проводится при подготовке работников рабочих профессий, переподготовке и обучении их другим рабочим профессиям.

2.2.2. Работодатель (или уполномоченное им лицо) обеспечивает обучение лиц, принимаемых на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, а в процессе трудовой деятельности - проведение периодического обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда. Работники рабочих профессий, впервые поступившие на указанные работы либо имеющие перерыв в работе по профессии (виду работ) более года, проходят обучение и проверку знаний требований охраны труда в течение первого месяца после назначения на эти работы.[16]

2.2.3. Порядок, форма, периодичность и продолжительность обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников рабочих профессий устанавливаются работодателем (или уполномоченным им лицом) в соответствии с нормативными правовыми актами, регуливающими безопасность конкретных видов работ.

2.2.4. Работодатель (или уполномоченное им лицо) организует проведение периодического, не реже одного раза в год, обучения работников рабочих профессий по оказанию первой помощи пострадавшим. Вновь принимаемые на работу проходят обучение по оказанию первой помощи пострадавшим в сроки, установленные работодателем (или уполномоченным им лицом), но не позднее одного месяца после приема на работу.

2.3. Обучение руководителей и специалистов

2.2.1. Руководители и специалисты организаций проходят специальное обучение по охране труда в объеме должностных обязанностей при поступлении на работу в течение первого месяца, далее - по мере необходимости, но не реже одного раза в три года.

Вновь назначенные на должность руководители и специалисты организации допускаются к самостоятельной деятельности после их ознакомления работодателем (или уполномоченным им лицом) с должностными обязанностями, в том числе по охране труда, с действующими в организации локальными нормативными актами, регламентирующими порядок организации работ по охране труда, условиями труда на вверенных им объектах (структурных подразделениях организации).[16]

2.2.2. Обучение по охране труда руководителей и специалистов проводится по соответствующим программам по охране труда непосредственно самой организацией или образовательными учреждениями профессионального образования, учебными центрами и другими учреждениями и организациями, осуществляющими образовательную деятельность (далее - обучающие организации), при наличии у них лицензии на право ведения образовательной деятельности, преподавательского состава, специализирующегося в области охраны труда, и соответствующей материально-технической базы.

Обучение по охране труда проходят:

руководители организаций, заместители руководителей организаций, курирующие вопросы охраны труда, заместители главных инженеров по охране труда, работодатели - физические лица, иные лица, занимающиеся предпринимательской деятельностью; руководители, специалисты, инженерно-технические работники, осуществляющие организацию, руководство и проведение работ на рабочих местах и в производственных подразделениях, а также контроль и технический надзор за проведением работ; педагогические работники образовательных учреждений начального профессионального, среднего профессионального, высшего профессионального, послевузовского профессионального образования и дополнительного профессионального образования - преподаватели дисциплин "охрана труда", "безопасность жизнедеятельности", "безопасность технологических процессов и производств", а также организаторы и руководители производственной практики обучающихся - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти,

органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

специалисты служб охраны труда, работники, на которых работодателем возложены обязанности организации работы по охране труда, члены комитетов (комиссий) по охране труда, уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

специалисты федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда - в обучающих организациях Министерства труда и социального развития Российской Федерации;

специалисты органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающих организаций - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти;

специалисты органов местного самоуправления в области охраны труда - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;[16]

члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда организаций - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающих организаций, осуществляющих обучение специалистов и руководителей федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, - в обучающих

организациях Министерства труда и социального развития Российской Федерации.

Руководители и специалисты организации могут проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в самой организации, имеющей комиссию по проверке знаний требований охраны труда.

2.3.3. Требования к условиям осуществления обучения по охране труда по соответствующим программам обучающими организациями разрабатываются и утверждаются Министерством труда и социального развития Российской Федерации по согласованию с Министерством образования Российской Федерации.

2.3.4. Министерство труда и социального развития Российской Федерации разрабатывает и утверждает примерные учебные планы и программы обучения по охране труда, включающие изучение межотраслевых правил и типовых инструкций по охране труда, других нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда.

Обучающие организации на основе примерных учебных планов и программ обучения по охране труда разрабатывают и утверждают рабочие учебные планы и программы обучения по охране труда по согласованию с соответствующими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда.

Обучение по охране труда руководителей и специалистов в организации проводится по программам обучения по охране труда, разрабатываемым на основе примерных учебных планов и программ обучения по охране труда, утверждаемым работодателем.

2.3.5. В процессе обучения по охране труда руководителей и специалистов проводятся лекции, семинары, собеседования, индивидуальные или групповые консультации, деловые игры и т. д., могут использоваться элементы самостоятельного изучения программы по охране труда, модульные и компьютерные программы, а также дистанционное обучение.[16]

2.3.6. Обучение по охране труда руководителей и специалистов проводится преподавателями образовательных учреждений, осуществляющими преподавание дисциплин "охрана труда", "безопасность жизнедеятельности", "безопасность технологических процессов и производств", руководителями и специалистами федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов государственного надзора и контроля, а также работниками служб охраны труда организаций, имеющими соответствующую квалификацию и опыт работы в области охраны труда.

Обучающие организации должны иметь штатных преподавателей.

Обучение по охране труда руководителей и специалистов организаций осуществляется при повышении их квалификации по специальности.

III. Проверка знаний требований охраны труда

2.1. Проверку теоретических знаний требований охраны труда и практических навыков безопасной работы работников рабочих профессий проводят непосредственные руководители работ в объеме знаний требований правил и инструкций по охране труда, а при необходимости - в объеме знаний дополнительных специальных требований безопасности и охраны труда.

2.2. Руководители и специалисты организаций проходят очередную проверку знаний требований охраны труда не реже одного раза в три года.

3.3. Внеочередная проверка знаний требований охраны труда работников организаций независимо от срока проведения предыдущей проверки проводится:

при введении новых или внесении изменений и дополнений в действующие законодательные и иные нормативные правовые акты, содержащие требования охраны труда. При этом осуществляется проверка знаний только этих законодательных и нормативных правовых актов;

при вводе в эксплуатацию нового оборудования и изменениях технологических процессов, требующих дополнительных знаний по охране

труда работников. В этом случае осуществляется проверка знаний требований охраны труда, связанных с соответствующими изменениями;

при назначении или переводе работников на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний по охране труда (до начала исполнения ими своих должностных обязанностей);[16]

по требованию должностных лиц федеральной инспекции труда, других органов государственного надзора и контроля, а также федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов местного самоуправления, а также работодателя (или уполномоченного им лица) при установлении нарушений требований охраны труда и недостаточных знаний требований безопасности и охраны труда;

после происшедших аварий и несчастных случаев, а также при выявлении неоднократных нарушений работниками организации требований нормативных правовых актов по охране труда;[16]

при перерыве в работе в данной должности более одного года.[16]

Объем и порядок процедуры внеочередной проверки знаний требований охраны труда определяются стороной, инициирующей ее проведение.

3.4. Для проведения проверки знаний требований охраны труда работников в организациях приказом (распоряжением) работодателя (руководителя) создается комиссия по проверке знаний требований охраны труда в составе не менее трех человек, прошедших обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в установленном порядке.

В состав комиссий по проверке знаний требований охраны труда организаций включаются руководители организаций и их структурных подразделений, специалисты служб охраны труда, главные специалисты (технолог, механик, энергетик и т. д.). В работе комиссии могут принимать участие представители выборного профсоюзного органа, представляющего интересы работников данной организации, в том числе уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов.

В состав комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающихся организаций входят руководители и штатные преподаватели этих организаций и по согласованию руководители и специалисты федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства, органов местного самоуправления, профсоюзных органов или иных уполномоченных работниками представительных органов.

Комиссия по проверке знаний требований охраны труда состоит из председателя, заместителя (заместителей) председателя, секретаря и членов комиссии.

3.5. Проверка знаний требований охраны труда работников, в том числе руководителей, организаций проводится в соответствии с нормативными правовыми актами по охране труда, обеспечение и соблюдение требований которых входит в их обязанности с учетом их должностных обязанностей, характера производственной деятельности.[16]

3.6. Результаты проверки знаний требований охраны труда работников организации оформляются протоколом по форме согласно приложению N 1 к Порядку.[16]

3.7. Работнику, успешно прошедшему проверку знаний требований охраны труда, выдается удостоверение за подписью председателя комиссии по проверке знаний требований охраны труда, заверенное печатью организации, проводившей обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда, по форме согласно приложению N 2 к Порядку.

3.8. Работник, не прошедший проверку знаний требований охраны труда при обучении, обязан после этого пройти повторную проверку знаний в срок не позднее одного месяца.

3.9. Обучающие организации могут осуществлять проверку знаний требований охраны труда только тех работников, которые проходили в них обучение по охране труда.

IV. Заключительные положения

4.1. На территории субъекта Российской Федерации организацию обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда координируют федеральные органы исполнительной власти и орган исполнительной власти по труду субъекта Российской Федерации, который формирует банк данных всех обучающих организаций, находящихся на территории субъекта Российской Федерации.

4.2. Ответственность за качество обучения по охране труда и выполнение утвержденных программ по охране труда несут обучающая организация и работодатель организации в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

4.3. Контроль за своевременным проведением проверки знаний требований охраны труда работников, в том числе руководителей, организаций осуществляется органами федеральной инспекции труда. [16]