

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)

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Переднеприводный легковой автомобиль 2-го класса.

Модернизация коробки передач

Студент

Ю.М. Шуберт

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Турбин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Е.А. Боргардт

(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 бакалаврской работы: “Переднеприводный легковой автомобиль первого класса. Модернизация тормозной системы”. Автомобиль должен отвечать современным требованиям, то есть иметь быстрое ускорение, плавное сцепление, бесшумную коробку передач, надежные системы торможения и рулевого управления, надежную систему зажигания.

Бакалаврская работа состоит из 88 страниц, включая введение, разделы конструкторской, технологической, экономической частей и раздела объекта безопасности. Он также имеет графическую часть 9 листов А1.

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

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

Третья часть посвящена процессу сборки разработанного транспортного средства и обзору сборочного конвейера.

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

В пятой части бакалаврской работы - безопасность и экологичность проекта.

Эта модернизация, описанная в бакалаврской работе, 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 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 88 pages, including introduction, and chapters of design, technological, economic parts and the section of the security object. It also has a graphic part of 9 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 with the dynamic calculation of the vehicle, the calculation of the characteristics of the vehicle and the calculation of the design.

The third part is concerned with the process of assembly of the developed vehicle assembly and an overview of the assembly line.

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

In the fifth part of the diploma work - safety and environmental friendliness of the project.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. Состояние вопроса .....	6
1.1 Назначение и требования, предъявляемые к коробкам передач .....	6
1.2. Классификация конструкций коробок передач. ....	8
1.3. Обзор отечественных и зарубежных конструкций.....	12
1.4. Выбор и обоснование принятого варианта конструкции коробки передач. ....	16
2. Конструкторская часть .....	18
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля .....	21
2.2 Выбор компоновочной схемы коробки передач.....	31
3. Безопасность и экологичность объекта .....	39
4. Экономическая часть .....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	62
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	64

## **ВВЕДЕНИЕ**

В условиях перехода российской экономики на рынок необходимо ускорить научно-технический прогресс, повысить качество продукции, сократить сроки разработки и внедрения новых технологий на основе интеграции науки и производства. Поэтому для текущего времени особенно актуальна проблема обеспечения высокого качества выполняемых проектов в короткие сроки, необходимо создавать конкурентоспособные автомобили.

Использование компьютера позволяет ускорить расчет конструкции, провести математическое моделирование системы или агрегата автомобиля, оптимизировать его конструктивные параметры.

Проектирование автомобилей-это сложный процесс, связанный с методами, разработанными в различных научных работах. Правильное использование этих методов, внедрение САПР в проектную практику способствует дальнейшему повышению технического уровня создаваемого автомобильного оборудования.

Целью данной работы является введение в стандартную пятиступенчатую трансмиссию шестой передачи, сохраняя при этом минимальные изменения в общей компоновке и технологии сборки модернизированной коробки передач. Эта модернизация снижает расход топлива на самых высоких передачах, что очень важно для повышения цен на топливо.

# **1 Состояние вопроса**

## **1.1 Назначение и требования предъявляемые к коробкам передач**

Коробка передач предназначена для обеспечения изменения крутящего момента двигателя и частоты вращения коленчатого вала для обеспечения различных тяг и скоростей на ведущих колесах автомобиля. Это необходимо для запуска и ускорения автомобиля, а также для вождения в различных дорожных условиях. Кроме того, трансмиссия должна уметь перемещать автомобиль в обратном направлении и при длительном отключении двигателя и коробки передач. По этой причине характеристики коробки передач определяются крутящим моментом двигателя внутреннего сгорания, что не может гарантировать движение автомобиля в различных условиях.

Общие требования к коробкам передач.

1) обеспечение автомобиля необходимыми динамическими и экономическими качествами. Динамическое качество определяется нижним зубчатым колесом в коробке передач и должно быть выбрано таким образом, чтобы передаточное число, с одной стороны, обеспечивало динамику ускорения автомобиля, а с другой стороны, не было зазора с зубчатым колесом, обеспечивающим экономичный режим движения автомобиля. Как правило, динамические характеристики автомобиля оцениваются по времени разгона в диапазоне 0-100 км/ч. В последнее время динамические характеристики оцениваются также в виде времени ускорения в диапазоне 40-100, 60-100, 80-120 км/ч и др. Для имитации обгона необходимо оценить динамические характеристики автомобиля. Оценка эффективности транспортного средства для различных режимов движения. Наиболее распространенными являются: городской транспорт, национальный и смешанный. В режиме городского вождения эффект более экономичной передачи минимален, так как в городской среде редко используются высокие сцепления. В то же время, для пригородного транспорта, который является более высоким, будут формироваться, прежде всего, экономические характеристики автомобиля.

2) обеспечить нейтральную "передачу".

Требуется много времени, чтобы отключить двигатель и коробку передач из-за требований двигателя на холостом ходу, когда автовокзал стоит. Легко обеспечить для механически коробки передач.

3) обеспечьте удобство управления передачи. Трансмиссия, как и любое управление, требует механического движения на части водителя, что в свою очередь приводит к усталости водителя. Таким образом, положение рычага управления коробкой передач, усилия при переключении и выключении, ход переключения-все это важные параметры, которые формируют эргономику управления коробкой передач, и требуют пристального внимания на стадии проектирования.

4) обеспечьте малозумность.

Коробка передач является источником шума и вибрации, поэтому уровень шума и вибрации, излучаемых коробкой передач, всегда контролируется параметрами из-за ее функциональных и конструктивных особенностей. В последние годы, по мере того как требования к потребителя для уменьшения шума и вибрации увеличивают, этот стандарт будет особенно важным. Также необходимо учитывать, что уровень шума является юридически ограниченной характеристикой автомобиля. [1], [3], [4]

5) обеспечьте высокое значение эффективности. Эффективность-это общая оценка уровня конструкции коробки передач. Из-за всех ошибок в конструкции, технологии и производстве снижается КПД коробки передач. Для современных механических трансмиссий, автомобилей, уровень эффективности составляет около 0.90...0,94.

6) гарантия надежности в деятельности. Современный подход к процессу эксплуатации автомобиля с целью минимизации вероятности поломки какого-либо компонента или детали автомобиля при проектировании на период эксплуатации (обычно 150)...30 тысяч километров). То есть трансмиссия (как и другие детали) должна обеспечивать безотказную работу с высокой степенью вероятности.

7) обеспечьте легкое обслуживание. В большинстве современных

трансмиссий автомобилей работает только одно регулярное техническое обслуживание-это замена масла (обычно раз в 30)...100 тысяч километров автомобиля). Это требование направлено на уменьшение расходов на техническое обслуживание коробки передач во время деятельности.

8) обеспечьте низкую цену. Стоимость коробки передач всегда должна учитываться в сочетании с ее функциями. То есть каждая дополнительная функция будет иметь определенное значение. Например, используя шестиступенчатую коробку передач по сравнению с пятиступенчатой, необходимо оценить преимущества и дополнительные затраты.

Помимо общих требований, иногда к трансмиссии предъявляются особые требования, например: предусмотрена возможность буксировки автомобиля, предусмотрена возможность выбора мощности от трансмиссии, и наоборот-предусмотрена возможность обеспечения дополнительной мощности.

## **1.2 классификация коробок передач**

В зависимости от количества редукторов, работающих в классификации, существует три типа: бесступенчатые, форма которых приведена на рис. 1. 1 и 1. 2, stepless, показанный в диаграмме 1. 3 из следующего текста, и комбинации, которые могут включать в себя несколько типов классификационных узлов, а не как шаг редуктора редуктора, как правило, наиболее часто используется привод с переменной скоростью: V-образный ремень, как показано на рисунке 1. 1 и рисунок 1. 2 показанный разрыв.





## Рисунок 1.1- Бесступенчатый редуктор-вариатор с клиноременной передачей крутящего момента

Есть также различные варианты превращения вращательного-силового момента редуктора, применяются следующие типы:

- 1) механические-шестеренчатые, на Рисунок 1.3, и фрикционные на Рисунок 1.1 и 1.2;
- 2) гидравлические-гидрообъемные и гидродинамические;
- 3) гидромеханические-сокращенно ГМП, вариант которого изображен на Рисунок 1.4.

Из механических КП на легковых автомобилях ступенчатые, шестеренчатые, показаны на Рисунок

1.3 и бесступенчатые в виде клиноременного вариатора, представлены на Рисунок 1.2.

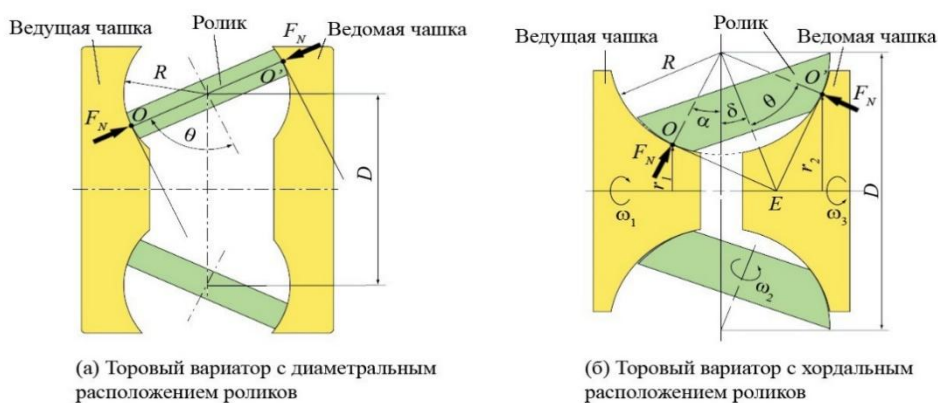


Рисунок 1.2 - Схематорогового вариатора

Гидромеханическая передача на Рисунок 1.4 включает в себя гидродинамический редуктор-трансформатор (далее ГДТ).

При автоматическом управлении такие редукторы коротко называются АКП, т.е. такие коробки в которых передачи переключаются автоматически в зависимости от скорости движения транспортного средства, они отличаются дороговизной и их преимуществом является это конечно это комфортная езда.

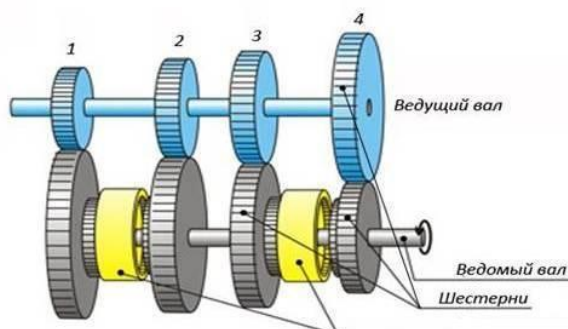


Рисунок 1.3 - Схемаредуктора-коробки передач с механической передачей

Конкретно только данного типа конструкции редукторов очень мало используются в транспортных средствах во всем мире из-за того, что данная конструкция, т.е. эти гидродинамические передачи очень ограничены в передаче максимального коэффициента трансформации момента вращения от двигателя.

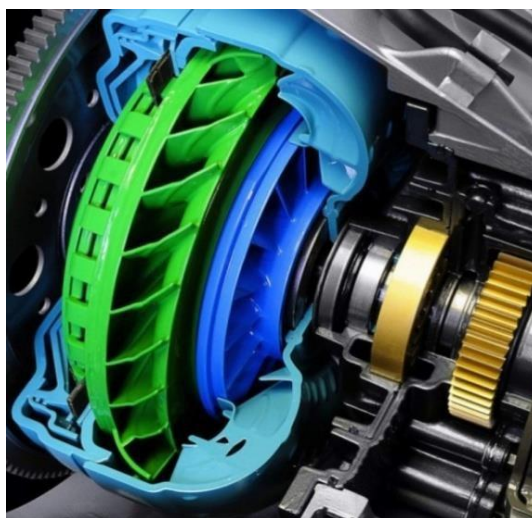


Рисунок 1.4 - Гидромеханическая КП

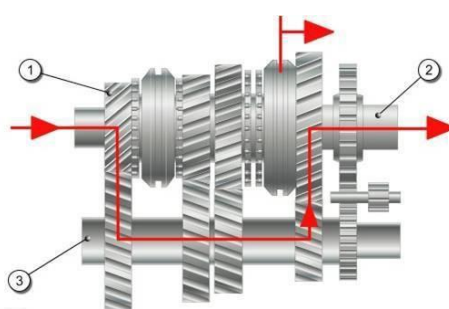
Гораздо чаще и более широкое распространение получили конструкции называемые сокращенно ГМП, т.е. гидро-механические передачи, так как они хорошо работают в динамике ускорения автомобиля. Самое главное достоинство данных конструкций такого типа редуктора являются: простота в эксплуатации и очень малая скорость передвижения транспортного средства, и так же то, что при этой конструкции нельзя остановить мотор, т.е. ДВС при перегрузках вращательного момента, и конечно, то что переключение происходит довольно плавно и быстро.

К недостаткам можно отнести сложность конструкции и технического обслуживания и низкую эффективность ГДТ. Так как в автомобилях при применении гидротрансформатора мощность двигателя увеличилась, то она практически позволила обойтись без гидротрансформатора во всех режимах, кроме разгона.

При установке гидромеханической коробки передач в некоторых случаях это

может иметь решающее значение, например, для автомобилей с высокой проходимостью и для грузовиков с высокой грузоподъемностью.

По числу валов автомобилей МКП являются трехвальными, соосными, показанные на Рисунок 1.5, и двухвальными, параллельные расположенные валы, показанных на Рисунок 1.3. В этом случае двигатели внутреннего сгорания можно расположить как угодно или поперечное расположение или продольное расположение, что конечно лучше и удобнее при конструировании транспортных средств, т.е. для компоновки узлов и агрегатов в автомобилях.



1 – первый вал, с которого начинается передача вращательного момента и, который также является шестерней одновременно; 2 – вал второй в коробке передач, который стоит на выходе вращательного момента из редуктора-коробки переключения передач; 3 – вал, который находится между первым валом и вторым параллельно, благодаря которому изменяется передаточное число редуктора-коробки передач

Рисунок 1.5 -СхематрехвальнойступенчатойКП

### 1.3 Обзоротечественныхизарубежныхконструкций

Механические, ступенчатые коробки передач имеют, еще очень большое применение на автомобилях, в том числе с передним приводом колес.

По количеству передач эти КП бывают 4-х, 5-ти и имеющие много ступеней-передач. Конструкции упомянутых 5-ти и 6-ти КП сконструированына основе четырехступенчатых, у которых самая высокая коробка передач является четвертой и самостоятельной. В таких КПмаксимальнойступени-передачи,двигаясь на этой передаче можно достигнутьмаксимальнойскорости

движения транспортного средства, также здесь может присутствовать как 5-ая или 6-ая ступень-передача редуктора.

Чтобы получить больше передач, а также можно установить вспомогательный редуктор для коробки передач с двумя ступенями-передачами, изготовленные вместе комплексно с главной-основной коробкой передач позволяет иметь двойное количество передач, или добавить больше передач, тем самым увеличивая общий диапазон чисел коробки передач.

В положении осей механические редукторы делятся на три основных типа: неподвижными осями шестерен или планетарных, один из которых представляет собой рядный (рис. 1.3 и 1.5), а также комбинированных.



Рисунок 1.6 - Планетарный ряд, как элемент планетарной АКП



Рисунок 1.7 -

Гидромеханическая коробка передач с автоматическим управлением.

Использование трения в планетарных коробках, которые обеспечивают

бесперебойную и безударную смену передач, что упрощает управление, в результате чего гидромеханические редукторы для механической части, как правило, имеют 3-4 передачи, планетарные схемы, которые очень часто используются в АКПП, показаны на рисунке 1.7.

В МКР, путем двинуть шестерню в обратном и муфте собаки или одновременном зацеплении для того чтобы изменить привод шестерни для того чтобы выполнить переключение шестерни имея фиксированный вал. В частности, базовая модель ВАЗ-2170 использует для переключения задних передач, использует съемную шестерню, а синхронизатор-для переключения вперед.

По принципу управления коробки передач делятся на следующие типы: автоматические, полуавтоматические, предварительно выбранные, командные и прямые.

Использование автоматического управления в бесступенчатой трансмиссии. Конвертер вращающего момента автоматически изменяет скорость турбины, изменяя нагрузку или степень возбуждения педали акселератора. В GMP, саморегулирование происходит только в зоне конвертера вращающего момента, и остальная шестерня может автоматически быть повернута дальше специальной машиной или водителем. В последнем случае коробка передач полуавтоматическая. В указанных настройках водитель выбирает нужную передачу, но включение происходит только после дополнительного нажатия на специальную педаль или выпуска педали акселератора.

Во время движения водитель перемещает джойстик на рулевую колонку, которая содержит соответствующие контакты для переключения двигателя на трансмиссию. При прямой работе рычаг переключения передач монтируется либо рядом с коробкой передач на нижней стороне коробки передач, либо перемещается в другое место с помощью пульта

дистанционного управления. В автомобилях обычно используются четыре и пять редукторов, редко используются шесть скоростей. Коробки передач с меньшими передачами устанавливаются только в автомобилях с регулируемым двигателем высокого коэффициента.

Четырехступенчатая коробка передач с постоянными зубчатыми колесами универсальна. Наиболее широко используется в автомобильных двухосных и трехосных коаксиальных схемах СР. Таким образом, на рисунке 1. 8. изображена двухосная, полностью синхронная коробка передач для первого переднеприводного автомобиля ВАЗ, особенно в автомобиле ВАЗ-2109.

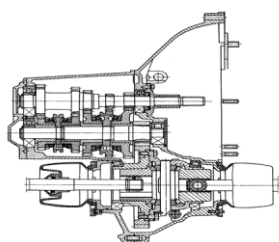


Рисунок 1.8 - Двухвальная четырехступенчатая КП автомобиля ВАЗ-2109.

На Рисунок 1.9 показана

четырёхступенчатая, трёхступенчатая, синхронизированная КП, установленная на семействе автомобилей ВАЗ классического макета.

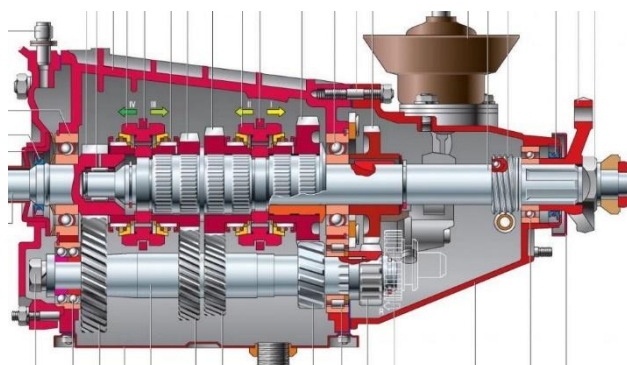


Рисунок 1.9 - Трехвальная четырехступенчатая КП автомобиля ВАЗ-2106.

В то же время, чем больше пар шестерен в постоянном зацеплении, тем больше момент инерции, когда шестерни должны быть изменены, т.е. тем больше нагрузка, которая действует на зубья или разрывные элементы синхронизаторов. Поэтому обратные передачи, которые мало используются в автомобиле, часто делают переключением с кольцевыми шестернями.

Пятиступенчатые коробки передач. Самая высокая, пятая передача либо скорая



ется, либо делается прямой. Обверсии получают за счет построения коробки передач и изменения только передаточных отношений. Наибольшее возможное количество иххронизированных шестерено определяется количеством пар постоянного зацепления. Двухвальные пятиступенчатые КП, представленны на Рисунок 1.10, широко применяются как переднеприводным автомобилям ВАЗ. На Рисунок 1.11 показана трехвальная пятиступенчатая коробка передач, установленная на ВАЗ-автомобилях с задним приводом. Такие коробки передач имеют синхронизаторы на всех передачах вперед.

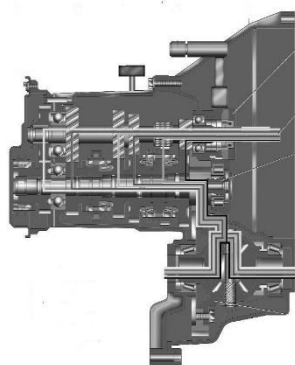


Рисунок 1.10 - Двухвальная пятиступенчатая КП автомобилей ВАЗ.

В пятиступенчатой МКП ускорением хода приводного вала шестерня должна быть больше, чем ведомая шестерня, что сужает возможность роста отношения передач зубчатой пары. В четырехступенчатых коробках подвижные зубчатые колеса это проще сделать, поэтому передаточное число зубчатых пар первой передачи относительно невелико, а передаточное число зубчатых колес промежуточного вала увеличивается. В свою очередь, на повышение прочности зубчатых колес положительно влияет уменьшение числа передач привода промежуточного вала. Это снижение вызвано увеличением начального радиуса редуктора выходного вала и уменьшением круговой силы. [1],[3],[4]

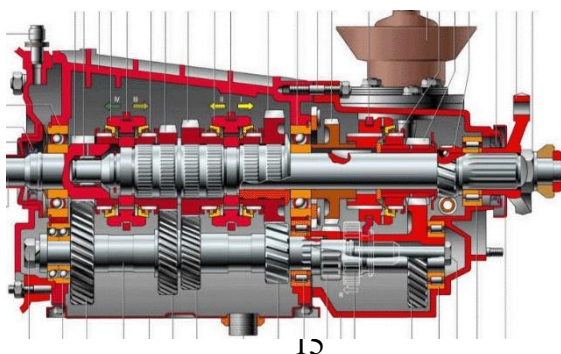


Рисунок 1.11 -Трехвальная пятиступенчатая КПП автомобиля ВАЗ-

21074 Валькоробки передач в картере регулируются таким образом, чтобы они находились в вертикальной плоскости. Это позволяет повысить жесткость картера даже при вертикальных нагрузках. Прочность и бесшумность редуктора сильно зависят от жесткости вала в его расположении опор.

## 1.4

### **Выбор обоснование принятого варианта конструкции коробки передач.**

В условиях высокой конкуренции на автомобильном рынке, необходимо максимально повышать качество автомобилей, так же немаловажным фактором является экономичность автомобиля. В настоящее время на рынке автомобилей наблюдается тенденция покупательской способности автомобилей с меньшим расходом топлива. Поэтому главной целью данной бакалаврской работы – это уменьшить расход топлива автомобилем за счет добавления шестой передачи в коробку переключения передач, при минимальном изменении габаритных ее размеров и общей компоновки конструкции и также сохраняя при этом виброакустическую характеристику автомобиля. В основном она включает в себя вибрацию и шум, возникающие в результате работы различных агрегатов и узлов автомобиля, они являются основными показателями, которые характеризуют комфортность, качество, надежность и конкурентоспособность автомобилей как на мировом рынке так и в нашем, поэтому одной из целей данной бакалаврской работы является снижение вибрации и шума.

Среди всех агрегатов и узлов являющихся источниками вибрации и шума, выделяются главным образом коробка переключения передач и двигатель автомобиля. Шум коробки передач может оказывать существенное влияние на образование как внешнего так и внутреннего шума автомобиля, при этом чем более малошумный автомобиль, тем более выделяется шум коробки передач других элементов трансмиссии. Сильное влияние на механический шум коробки передач оказывает нагрузка, при увеличении частоты вращения на каждые 1000 об/мин коленчатого вала двигателя шум трансмиссии возрастает на 5



дБА. Коробка передач служит для передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса посредством зубчатых зацеплений. При использовании любой передачи коробки передач, изменяются обороты коленчатого вала двигателя, а значит уменьшаются вибрации от двигателя автомобиля следовательно снижается шум издаваемый двигателем, т.е. повышается комфортабельность езды. Еще один положительный эффект от использования в коробке передач любой передачи состоит в том, что снижение оборотов коленчатого вала двигателя уменьшает свою очередь расход топлива а как следствие этого уменьшается токсичность выхлопных газов, исходя из количественного признака.

Таким образом, в данной бакалаврской работе изменяются в лучшую сторону такие важные характеристики как шумность автомобиля как снаружи так и внутри автомобиля, виброакустические характеристики и токсичность автомобиля, что несомненно повышает покупательскую способность автомобиля и конкурентоспособность на мировом рынке.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

#### 2.1.1 Исходные данные

Кол-во приводных колес.....	$nk=2$
Собст-й вес, кг.....	$m_0=1088$
Места в автомобиле.....	5 Макс-яск-ть, м/с.....
	$V_{max}=47,22$
Макс-я част. вр-ядв-ля, рад/с.....	$\omega_{max}=630$
Мин-я част. вр-ядв-ля, рад/с.....	$\omega_{min}=105$
Кэфф-таэродин-госопр-я.....	$C_x=0,30$
Величина макс-й преод-й подъем.....	$\alpha_{max}=0,30$
Кэфф-т полезного действ. трансм.....	$\eta_{TP}=0,95$
Площ. попер-госеч-я, м <sup>2</sup> .....	$H=2,39$
Кэфф-т сопр-я кач-ю.....	$f_{ko}=0,010$
Кол-во пер. в КПП.....	6
Распр-е массы авто-ля, %:	
Передн. ось.....	493
адн. ось.....	51 Пл
отн-ть возд, кг/м <sup>3</sup> .....	$\rho=1,293$ Плотн-ть топл, кг/л.....
	$\rho_t=0,72$

#### 2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_0 + G_n + G_B, \quad (2.1)$$

где  $G_0$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_{\bar{b}}$  - вес багажа;

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

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

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

$$G_A = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н} \quad (2.5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н} \quad (2.6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (2.7)$$

б) Подбор шин

Шины 175/65 R14.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2.8)$$

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;

$\lambda = 0,85$  – коэффициент типа шины.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 175) \cdot 10^{-3} = 0,274 \text{ м} \quad (2.9)$$

### 2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.10)$$

где  $U_k$  - перед. число передачи КПП, при которой достигается  $V_{max}$ .

Высшка передача КП равна 0,692.

$$U_0 = (0,274 \cdot 630) / (0,692 \cdot 51,39) = 4,863 \quad (2.11)$$

### 2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$\psi_v = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (2.12)$$

$$\psi_v = 0,010 \cdot (1 + 51,39^2 / 2000) = 0,023 \quad (2.13)$$

Примем  $N_{MAX} = 74 \text{ кВт}$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[ C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.14)$$

где  $C_1 = C_2 = 1$  – коэфф-ты хар-ие тип дв-ля.

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (2.15)$$

Таблица 2.1– Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1000	105	14,8	141,1
1400	147	21,4	146,1
1800	188	28,3	149,9
2200	230	35,1	152,5
2600	272	41,9	153,9
3000	314	48,4	154,1
3400	356	54,5	153,1
3800	398	60,0	150,9
4200	440	64,9	147,5
4600	482	68,8	142,9
5000	524	71,8	137,0
5400	565	73,5	130,0
5800	607	74,0	121,8
6000	630	73,6	116,9

где  $n_e$  - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (2.16)$$

### 2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (2.17)$$

где  $\psi_{MAX}$  -коэфф-т сопр-я дороги при макс-ой скорости автомобиля с учётом

величины преодолеваемого подъёма  $\psi_{MAX} = f_{Vmax} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,30 = 0,323 \quad (2.18)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,323 \cdot 0,274 / (154,1 \cdot 0,95 \cdot 4,863) = 1,849 \quad (2.19)$$

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

где  $G_{\text{сц}}$  - сцепной вес автомобиля ( $G_{\text{сц}} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544$  Н,  
 $m_1$  - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса,  
 $\varphi$  - коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ).

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,274 / (154,1 \cdot 0,95 \cdot 4,863) = 2,018 \quad (2.20)$$

Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 2,000$ .

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,000 / 0,856)^{1/4} = 1,236 \quad (2.21)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,000 / 1,236 = 1,618; \quad (2.22)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,618 / 1,236 = 1,308; \quad (2.23)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,308 / 1,236 = 1,058; \quad (2.24)$$

$$U_5 = 1,058 / 1,236 = 0,856. \quad (2.25)$$

$$U_6 = 0,692. \quad (2.26)$$

Для дальнейшего расчёта принимаем действительные передаточные числа трансмиссии автомобиля LADA-PRIORA 2170:

$$U_{\text{кп}}: 3,63; 1,95; 1,36; 0,94; 0,78; 0,692 U_{\text{гп}}: 3,90.$$

### 2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{\text{кп}} \cdot U_0} \quad (2.27)$$

Таблица 2.2–Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с	Скор. на 6 пер, м/с
1000	2,0	3,8	5,4	7,9	9,5	10,7
1400	2,8	5,3	7,6	11,0	13,2	14,9
1800	3,7	6,8	9,8	14,1	17,0	19,2
2200	4,5	8,3	11,9	17,3	20,8	23,4
2600	5,3	9,8	14,1	20,4	24,6	27,7
3000	6,1	11,3	16,3	23,5	28,3	32,0
3400	6,9	12,9	18,4	26,7	32,1	36,2
3800	7,7	14,4	20,6	29,8	35,9	40,5
4200	8,5	15,9	22,8	32,9	39,7	44,7
4600	9,3	17,4	24,9	36,1	43,5	49,0
5000	10,2	18,9	27,1	39,2	47,2	53,3
5400	11,0	20,4	29,3	42,3	51,0	57,5
5800	11,8	21,9	31,4	45,5	54,8	61,8

6000	12,2	22,7	32,6	47,2	56,8	64,1
------	------	------	------	------	------	------

### 2.1.7. Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (2.28)$$

Таблица 2.3–Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н	F тяги на 6 пер, Н
1000	6915	3715	2591	1791	1486	1318
1400	7159	3846	2682	1854	1538	1365
1800	7345	3946	2752	1902	1578	1400
2200	7472	4014	2800	1935	1606	1424
2600	7541	4051	2825	1953	1620	1438
3000	7550	4056	2829	1955	1622	1439
3400	7501	4029	2810	1942	1612	1430
3800	7393	3971	2770	1914	1589	1409
4200	7226	3882	2707	1871	1553	1377
4600	6999	3760	2622	1813	1504	1334
5000	6715	3607	2516	1739	1443	1280
5400	6371	3422	2387	1650	1369	1214
5800	5968	3206	2236	1545	1282	1138
6000	5726	3076	2145	1483	1230	1092

### 2.1.8 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (2.29)$$

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (2.30)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.31)$$

Таблица 2.4–Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	∑F сопр. движ-ю, Н
0	0	148	148
5	12	150	162
10	46	156	202
15	104	165	269
20	185	178	363
25	290	195	484
30	417	215	632
35	568	239	807
40	742	267	1009
45	939	299	1237
50	1159	334	1493
55	1402	373	1775

60	1669	415	2084
65	1958	462	2420

### 2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.32)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.33)$$

Таблица 2.5–Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер	Дин-й фактор на 6пер
1000	0,466	0,250	0,174	0,119	0,097	0,085
1400	0,482	0,258	0,179	0,121	0,098	0,085
1800	0,495	0,264	0,182	0,122	0,097	0,083
2200	0,503	0,268	0,184	0,121	0,095	0,079
2600	0,507	0,270	0,184	0,119	0,090	0,073
3000	0,508	0,269	0,182	0,114	0,084	0,065
3400	0,504	0,266	0,179	0,109	0,076	0,055
3800	0,496	0,261	0,173	0,101	0,067	0,044
4200	0,485	0,254	0,166	0,092	0,055	0,030
4600	0,469	0,244	0,157	0,082	0,042	0,015
5000	0,449	0,232	0,147	0,069	0,027	-0,002
5400	0,426	0,218	0,134	0,055	0,011	-0,021
5800	0,398	0,201	0,120	0,040	-0,007	-0,043
6000	0,381	0,191	0,111	0,030	-0,018	-0,055

### 2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.34)$$

где  $\delta_{BP}$  - коэффициент учета вращающихся масс,

$\Psi$  - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (2.35)$$

где  $i$  – величина преодолеваемого подъема ( $i = 0$ ).

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{кп}^2), \quad (2.36)$$

где  $\delta_1$  - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

$\delta_2$  - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя

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

Таблица 2.6–Коэффициент учета вращающихся масс

	<i>U1</i>	<i>U2</i>	<i>U3</i>	<i>U4</i>	<i>U5</i>	<i>U6</i>
$\delta_{BP}$	1,425	1,144	1,085	1,057	1,048	1,044

Таблица 2.7–Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 2 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 3 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 4 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 5 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 6 пер, м/с <sup>2</sup>
1000	3,14	2,06	1,48	1,01	0,81	0,70
1400	3,25	2,13	1,52	1,03	0,82	0,69
1800	3,33	2,18	1,55	1,03	0,80	0,67
2200	3,39	2,21	1,57	1,02	0,77	0,62
2600	3,42	2,22	1,57	0,99	0,72	0,55
3000	3,42	2,22	1,55	0,94	0,66	0,47
3400	3,40	2,19	1,51	0,88	0,57	0,36
3800	3,35	2,14	1,46	0,81	0,47	0,24
4200	3,26	2,08	1,39	0,71	0,35	0,10
4600	3,16	1,99	1,30	0,60	0,21	-0,07
5000	3,02	1,89	1,20	0,48	0,06	-0,25
5400	2,86	1,76	1,08	0,34	-0,11	-0,45
5800	2,66	1,62	0,95	0,18	-0,30	-0,67
6000	2,55	1,53	0,87	0,09	-0,41	-0,80

### 2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 2.8–Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м	Обр.ускор. на 6пер, с2/м
1000	0,32	0,49	0,68	0,99	1,23	1,43
1400	0,31	0,47	0,66	0,97	1,22	1,44
1800	0,30	0,46	0,64	0,97	1,24	1,50
2200	0,29	0,45	0,64	0,98	1,29	1,61
2600	0,29	0,45	0,64	1,01	1,38	1,80
3000	0,29	0,45	0,65	1,06	1,52	2,13
3400	0,29	0,46	0,66	1,13	1,75	2,74
3800	0,30	0,47	0,69	1,24	2,12	4,16
4200	0,31	0,48	0,72	1,40	2,85	10,33
4600	0,32	0,50	0,77	1,66	4,67	-15,07
5000	0,33	0,53	0,83	2,09	16,86	-4,02
5400	0,35	0,57	0,92	2,97	-8,83	-2,22
5800	0,38	0,62	1,06	5,61	-3,30	-1,49
6000	0,39	0,65	1,15	11,60	-2,42	-1,25

### 2.1.12 Время и путь разгона



$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (2.37)$$

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2}, \quad (2.38)$$

где  $\kappa$  – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (2.39)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (2.40)$$

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

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

Таблица 2.9–Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	Вр. t, с
0-5,0	156,0	0,80
0-10,0	467,0	2,30
0-15,0	882,0	4,40
0-20,0	1402,0	7,00
0-25,0	2051,0	10,30
0-30,0	2895,0	14,50
0-35,0	3998,0	20,00
0-40,0	5427,0	27,10
0-45,0	7248,0	36,20

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (2.41)$$

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 2.10–Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	Путь S, м
0-5	39	2
0-10	272	14
0-15	791	40
0-20	1701	85

0-25	3162	158
0-30	5481	274
0-35	9068	453
0-40	14428	721
0-45	22165	1108

### 2.1.13. Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.42)$$

$N_f$ —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 2.11—Мощностной баланс

Обор двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1000	14,1
1400	20,3
1800	26,8
2200	33,4
2600	39,8
3000	46,0
3400	51,8
3800	57,0
4200	61,6
4600	65,4
5000	68,2
5400	69,8
5800	70,3
6000	69,9

Таблица 2.12—Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач- я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	0,8	0,8
10	0,5	1,6	2,0
15	1,6	2,5	4,0
20	3,7	3,6	7,3
25	7,2	4,9	12,1
30	12,5	6,5	19,0
35	19,9	8,4	28,2
40	29,7	10,7	40,3
45	42,2	13,4	55,7
50	57,9	16,7	74,6

55	77,1	20,5	97,6
60	100,1	24,9	125,1
65	127,3	30,0	157,3

#### 2.1.14. Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.43)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (2.44)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (2.45)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (2.46)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.47)$$

Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Знач. И	Знач. Е	Знач. К <sub>И</sub>	Знач. К <sub>Е</sub>	Знач. Q <sub>S</sub>
1000	9,5	0,132	0,175	1,314	1,161	3,9
1400	13,2	0,158	0,244	1,279	1,125	4,5
1800	17,0	0,193	0,314	1,233	1,093	5,3
2200	20,8	0,237	0,384	1,178	1,066	6,2
2600	24,6	0,292	0,454	1,117	1,044	7,1
3000	28,3	0,358	0,524	1,052	1,028	8,1
3400	32,1	0,436	0,593	0,988	1,017	9,2
3800	35,9	0,530	0,663	0,931	1,011	10,3
4200	39,7	0,641	0,733	0,889	1,010	11,6
4600	43,5	0,774	0,803	0,876	1,014	13,4

Таблица 2.13–Путевой расход топлива на пятой передаче

Таблица 2.14–Путевой расход топлива на шестой передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Знач. И	Знач. Е	Знач. К <sub>И</sub>	Знач. К <sub>Е</sub>	Знач. Q <sub>S</sub>
1000	10,7	0,159	0,175	1,277	1,161	4,0
1400	14,9	0,196	0,244	1,228	1,125	4,8
1800	19,2	0,247	0,314	1,166	1,093	5,7
2200	23,4	0,311	0,384	1,097	1,066	6,7

2600	27,7	0,390	0,454	1,024	1,044	7,8
3000	32,0	0,485	0,524	0,956	1,028	8,9
3400	36,2	0,597	0,593	0,902	1,017	10,1
3800	40,5	0,730	0,663	0,875	1,011	11,8
4200	44,7	0,889	0,733	0,897	1,010	14,4
4600	49,0	1,079	0,803	0,999	1,014	18,9

## 2.2 Выбор компоновочной схемы коробки передач

В связи с тем, что данный проект является модернизацией серийной передачи ВАЗ-2170, весь макет остается неизменным.

Улучшенная передача мощности ВАЗ-2170: механическая коробка передач, 6-ступенчатая, параллельная ось первичных и вторичных валов. Приводной вал выполнен в виде приводных колес, которые имеют постоянное зубчатое соединение с приводными колесами всех передач вперед. При этом шестерни пятой и шестой шестерен первичного вала изготавливаются через отдельный блок и закрепляются на валу с помощью шлицевого соединения и натяжного винта. На вторичном валу расположены ведущие колеса и синхронизаторы передач переднего хода. Коробка передач пятой вторичной волны, синхронизатор пятой и шестой передачи и коробка передач шестой передачи находятся на втулках пятой и шестой вторичной волны, а также втянуты через винт. Пятая втулка передачи и соединение шлица вторичного вала. Все цилиндрические редукторы имеют наклонную цилиндрическую структуру - эвольвентную. Глубокие шаровые подшипники паза, промежуточные и осевые шаровые подшипники. Коробка передач в сочетании с дифференциалом и главной передачей. Дифференциал конического колеса, Шестерня главная - цилиндрическая. Задняя крышка корпуса коробки передач заливается под давлением алюминиевого сплава и внешней части ригеля, чтобы увеличить жесткость.

### 2.2.1 Расчет деталей и выбор материала деталей

#### 2.2.1.1 Расчет зубчатой передачи

Для передачи вращающего момента б. коробка передач ( $U_6=0,692$ ) выбирается шестерней с постоянным количеством шестерен, с внешним

зацеплением и линейным прикосновением, т. е. наклонными эволюционными цилиндрами-колесами. Более гладкая производительность позволяет использовать наклонные колеса на более высоких скоростях окружности (более 7м / с). Недостатком наклонного зуба является то, что косая черта имеет осевую составляющую передаваемой силы, воспринимаемую одной из опор каждого вала, что отсутствует в прямых шестернях. Это решение хорошо зарекомендовало себя при применении на изготовленном редукторе.

2.2.1.2 Расчет на прочность, кинематический расчет и расчет геометрии цилиндрической эвольвентной зубчатой передачи.

Таблица 2.15

Передача: шестая					
N = 67,7 кВт при 3750 мин <sup>-1</sup>			Mкр = 134 Нм при 3750 мин <sup>-1</sup>		
Ведущее зубчатое колесо 2170-1701132		Aw	68	Ведомое зубчатое колесо 2170-1701185	
Z1	39	i	1,0455	Z2	27
b1	14,3	bw	14,2	b2	14,2
ha1*	1,0	mn	1,75	ha2*	1,0
hf1*	1,228	alfa	15	hf2*	1,228
rf1	1,5346	alfa tw	16,05	rf2	1,534
k1	0	beta	31	k2	0
alfa k1	0	Xсумм	1,906	alfa k2	0
X1	0,1	jt	0,070...0,209	X2	0,05
C1*	0,2632	E alfa	1,5074	C2*	0,2633
Sna1*	0,6791	E beta	3,0148	Sna2*	0,6951
Snk1	2,1331	E сумм	4,5222	Snk2	2,2068
Sn1	5,2184			Sn2	5,1028
da1	83,7563			da2	59,7804
df1	74,1303			df2	50,3304
p1	78,6695			dp2	53,7084
dl1max	77,0708			dl2max	52,9721
dl1min	76,7444			dl2min	52,2573
dl1обк.	76,9318			dl2обк.	52,5210
Расчет на прочность					
Ведущее зубчатое колесо 2170-1701132			Ведомое зубчатое колесо 2170-1701185		
радиус (мм)	напряжени е изгиба	контактное напряжени	радиус (мм)	напряжени е изгиба	контактное напряжени

	(H*мм2)	e (H*мм2)		(H*мм2)	e (H*мм2)
41,88	366,0	1693,5	29,89	249,1	1008,2
39,21	241,6	1228,8	26,85	132,7	129,7
41,40	342,1	1563,0	29,41	212,3	982,4
40,92	318,8	1465,4	28,94	195,0	961,9
40,43	296,3	1390,2	28,47	178,6	946,1
39,95	274,8	1331,6	28,00	163,4	935,1
39,47	254,3	1286,1	27,52	149,5	928,8
38,99	235,3	1251,5	27,05	137,5	927,9

Продолжение таблицы 2.15

38,51	217,9	1226,9	26,58	127,4	933,6
38,03	202,4	1212,1	26,11	119,8	948,2
37,55	189,1	1208,3	25,63	114,7	976,6

Расчет кинематических параметров при 3750 мин-1 на ведущей шестерне

Радиус (мм)	скорость качения (м/сек)	скорость скольжения (м/сек)	удельное скольжение e	удельное скольжение e	Конт. напр.* скор. скольж. (10,9н/мсек)
41,88	2,71	3,99	0,60	1,47	4,11
39,21	4,49	0,37	0,06	0,09	0,37
41,40	3,03	3,39	0,53	1,12	3,39
40,92	3,33	2,77	0,45	0,83	2,70
40,43	3,66	2,12	0,37	0,58	2,03
39,95	4,01	1,44	0,26	0,36	1,36
39,47	4,37	0,73	0,14	0,17	0,68
38,99	4,73	-0,03	-0,01	-0,01	-0,03
38,51	4,33	-0,84	-0,19	-0,16	-0,78
38,03	3,89	-1,73	-0,44	-0,31	-1,63
37,55	3,40	-2,72	-0,80	-0,44	-2,62
37,07	2,84	-3,86	-1,36	-0,58	-3,89

Таблица зубчатого венца

	Ведущее З.К. 2170-1701132		Ведом. З.К. 2170-1701185
Нормальный модуль	1,75		1,75
Число зубьев	39		27
Угол наклона	31		31
Направление линии зуба	правое		левое
Нормальный угол профиля	15		15

Коэффициент смещения (мах)	0,0801		0,2315
Размер по двум шарикам (мин)	85,9998		61,712
Размер по двум шарикам (мах)	86,0874		61,792
Колебание размера по двум шарикам	0,03		0,03
Диаметр шарика	3,5		3,5
Длина общей нормали (мин)	29,0582		24,5176
Длина общей нормали (мах)	29,1087		24,5647
Колебание длины общей нормали	0,03		0,03
Число зубьев в длине общей нормали	3		3

Продолжение таблицы 2.15

Накопленная погрешность окружного шага	0,056		0,056
Разность соседних окружных шагов	0,016		0,016
Погрешность профиля зуба	0,016		0,016
Погрешность направления зуба	0,015		0,015
Окружной зазор (мин)	0,05		0,05
Окружной зазор (мах)	0,157		0,157
Делительный диаметр	79,6227		55,1234
Основной диаметр	75,9962		52,6127
Радиус кривизны профиля в гранич.точке(мах)	9,6852		5,1432
Диаметр впадин	74,1303		50,3304
Торцовый угол профиля	20		20
Нормальная толщина зуба (мин)	2,7935		2,935
Нормальная толщина зуба (мах)	2,8247		2,966
Основной угол наклона	29,8339		29,8339
Шаг зацепления	5,3105		5,3105
Ход	416,3065		288,2122
Толщина по хорде (мин)	3,2226		5,9491
Толщина по хорде (мах)	3,2749		5,9994
Высота до хорды при $d_a$ мах	2,8455		3,421
Межосевое расстояние	68		68
Число зубьев сопряженного З.К.	27		39
Изображение зубчатого венца:			
Диаметр вершин	84,5502		60,7502
Ширина венца	14,3		14,2
Радиальное биение	0,06		0,06
Сечение зуба:			
Диаметр точек притупления	83,9543		60,1506
Допуск на диаметр точек притупления	0,2		0,2
Диаметр граничных точек (мах)	77,0703		52,9721
Нормальный исходный контур:			
Полная высота зуба	5,2131		5,2084
Высота от впадины до точки	4,8134		4,7252

притупления			
Высота ножки	2,8882		2,8225
Радиус переходной линии	1,5356		1,5356
Диаграмма контроля зубьев:			
Радиус кривизны в точке притупления (мин)	17,2441		13,9438
Радиус кривизны в точке модификации головки	13,6332		10,3423
Радиус кривизны в граничной точке (мах)	6,4124		3,0712

### 2.2.1.3 Выбор материала

Для изготовления наклонных колес evolvent-цилиндрических колес мы выбираем материал, который используется при изготовлении подобных шестерен редукторов, изготовленных АВТОВАЗ-20ХГНМ-ТУ14-1-2252-90.

20ХГНМ-легированная сталь, содержание углерода 0,2%, содержание отдельных легирующих элементов хрома около 1%.

### 2.2.1.4 Расчет эвольвентного шлицевого соединения

Таблица 2.16

		Вал		Отв.		
Деталь		2170-		2170-		
		-1701030		-1701132		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA24/ 48			
Модуль	m		1,0583			
Число зубьев	z		21		ПИ	3,14159
Угол профиля	a		30		радиан	0,52359
Коэффициент смещения теорет.	x		-0,0011		инволют a	0,05375
Размер по роликам мин.	Mi	24,247		19,566	22,176	21,399
Размер по роликам мах.	Ma	24,298		19,621	22,227	21,454
Диаметр ролика	D	2,071		1,833	0,519813	0,45234
Мин.действ.окр.толщ.-ширина	s/e	0,906		1,669	0,523809	0,45759
Мах.действ.окр.толщ.-ширина	s/e	0,935		1,697	0,052500	0,03360
Делительный диаметр	d		22,2243		0,053821	0,03486
Основной диаметр	db		19,2468		1,819	2,504
Диаметр окр. граничных точек	dl	20,058		23,385	1,735	1,030



Диаметр впадин	df	20,53		24,13		
Допуск на диаметр впадин	f	0,2		0,1		
Диаметр вершин	da	22,225		20,11	0,905	2,440
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,1		
Эфф.окр.толщина-ширина	s/e	1,625		1,661		
Касание во впадине	dD D	20,11		23,29		
Угол точки контакта	aM	0,439384		0,526469		
Диаметр точек контакта	dM	21,27		22,26		
Число зубьев в W	zn	4		4		
Длина общей нормали мин.	Wi	10,457		11,118		

Продолжение таблицы 2.16

Длина общей нормали мах.	Wa	10,482		11,142		
Диаметр контакта мах.	dW	21,92		22,24		
Допуск на толщину-ширину	mS E	0,029		0,028		
Допуск погрешностей	qSE	0,690		0,008		
Расчетная толщина-ширина	S/E	1,265		1,679		
Окружной зазор вероятн.	j		0,414			
Расчетный допуск	del		0,346			
Мин окружной зазор	ji		0,068			
Мах.окружной зазор	ja		0,759			
Момент (Нм)	Mк р		140			
Радиус приложения силы (мм)	Rcp		10,584			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pок		629,90			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		1,06			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		25			
Напряжение смятия (Н/мм <sup>2</sup> )	Pud		23,83			
Диаметр среза	dcp	20,11		22,225		
Сечение среза	Scp	1,724		1,628		
Напряжение среза (Н/мм <sup>2</sup> )	Tau	14,62		15,47		
Толщина/ширина на dl	s/e	1,73		1,03		
Толщина/ширина на da	s/e	0,91		2,44		
		Вал		Отв.		
Деталь		2170- -1701105		2170- -1701133		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA24/			

			48			
Модуль	m		1,05833			
Число зубьев	z		22		ПИ	3,14159
Угол профиля	a		30		радиан	0,52359
Коэффициент смещения теор.	x		0,0872		инволют а	0,05375
Размер по роликам мин.	Mi	29,900		20,140	27,90008	22,2677
Размер по роликам мах.	Ma	29,930		20,200	27,93016	22,3278
Диаметр ролика	D	2,071		2,071	0,763069	0,43819
Мин.действ.окр.толщ.-ширина	s/e	4,181		1,847	0,764194	0,44390

Продолжение таблицы 2.16

Мах.действ.окр.толщ.-ширина	s/e	4,205		1,877	0,193241	0,03038
Делительный диаметр	d		23,2833		0,194272	0,03165
Основной диаметр	db		20,1639		4,705	2,709
Диаметр окр.граничных точек	dl	25,787		27,57	2,815	-1,313
Диаметр впадин	df	25,417		24,77		
Допуск на диаметр впадин	f	-0,23		0,23		
Диаметр вершин	da	27,512		26	1,466	0,093
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,021		
Эфф.окр.толщина-ширина	s/e	1,924		1,769		
Касание во впадине	dD D	25,83		24,40		
Угол точки контакта	aM	0,707828		0,519034		
Диаметр точек контакта	dM	26,54		23,22		
Число зубьев в W	zn	7		7		
Длина общей нормали мин.	Wi	21,981		19,960		
Длина общей нормали мах.	Wa	22,002		19,986		
Диаметр контакта мах.	dW	29,84		28,39		
Допуск на толщину-ширину	mS E	0,024		0,030		
Допуск погрешностей	qSE	-2,281		0,078		
Расчетная толщина-ширина	S/E	3,053		1,823		
Окружной вероятностный зазор	j		-1,230			
Расчетный допуск	del		1,141			
Мин окружной зазор	ji		-2,371			
Мах.окружной зазор	ja		-0,088			
Момент (Нм)	Mк		1985,1			

	p					
Радиус приложения силы (мм)	Rcp		13,378			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pok		6744,79			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		0,76			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		14			
Напряжение смятия (Н/мм <sup>2</sup> )	Pud		637,26			
Диаметр	dcp	24		27,512		
Сечение среза	Scp	2,666		5,185		
Напряжение среза (Н/мм <sup>2</sup> )	Tau	180,70		92,91		
Толщина/ширина на dl	s/e	2,82		-1,31		

Продолжение таблицы 2.16

Толщина/ширина на da	s/e	1,47		0,09		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA24/ 48			
Модуль	m		1,0583			
Число зубьев	z		21		ПИ	3,14159
Угол профиля	a		30		радиан	0,52359
Коэффициент смещения теорет.	x		-0,0011		инволют a	0,05375
Размер по роликам мин.	Mi	24,247		19,566	22,176	21,399
Размер по роликам мах.	Ma	24,298		19,621	22,227	21,454
Диаметр ролика	D	2,071		1,833	0,519813	0,45234
Мин.действ.окр.толщ.- ширина	s/e	0,906		1,669	0,523809	0,45759
Мах.действ.окр.толщ.- ширина	s/e	0,935		1,697	0,052500	0,03360
Делительный диаметр	d		22,2243		0,053821	0,03486
Основной диаметр	db		19,2468		1,819	2,504
Диаметр окр. граничных точек	dl	20,058		23,385	1,735	1,030
Диаметр впадин	df	20,53		24,13		
Допуск на диаметр впадин	f	0,2		0,1		
Диаметр вершин	da	22,225		20,11	0,905	2,440
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,1		
Эфф.окр.толщина-ширина	s/e	1,625		1,661		
Касание во впадине	dD D	20,11		23,29		
Угол точки контакта	aM	0,439384		0,526469		
Диаметр точек контакта	dM	21,27		22,26		
Число зубьев в W	zn	4		4		

Длина общей нормали мин.	Wi	10,457		11,118		
Длина общей нормали мах.	Wa	10,482		11,142		
Диаметр контакта мах.	dW	21,92		22,24		
Допуск на толщину-ширину	mS E	0,029		0,028		
Допуск погрешностей	qSE	0,690		0,008		
Расчетная толщина-ширина	S/E	1,265		1,679		
Окружной зазор вероятн.	j		0,414			
Расчетный допуск	del		0,346			
Мин окружной зазор	ji		0,068			
Мах.окружной зазор	ja		0,759			

Продолжение таблицы 2.16

Момент (Нм)	Mк р		140			
Радиус приложения силы (мм)	Rcp		10,584			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pок		629,90			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		1,06			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		25			
Напряжение смятия (Н/мм <sup>2</sup> )	Pud		23,83			
Диаметр среза	dcp	20,11		22,225		
Сечение среза	Scp	1,724		1,628		
Напряжение среза (Н/мм <sup>2</sup> )	Tau	14,62		15,47		
Толщина/ширина на dl	s/e	1,73		1,03		
Толщина/ширина на da	s/e	0,91		2,44		
			Вал		Отв.	
Деталь			2170-		2170-	
			-1701105		-1701133	
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA24/ 48			
Модуль	m		1,05837			
Число зубьев	z		22		ПИ	3,14159
Угол профиля	a		30		радиан	0,52359
Коэффициент смещения теор.	x		0,0877		инволют а	0,05375
Размер по роликам мин.	Mi	29,954		20,147	27,90008	22,2677
Размер по роликам мах.	Ma	29,930		20,200	27,93016	22,3278
Диаметр ролика	D	2,072		2,071	0,763069	0,43819
Мин.действ.окр.толщ.-	s/e	4,181		1,847	0,764194	0,44390

ширина						
Мах.действ.окр.толщ.- ширина	s/e	4,205		1,877	0,193241	0,03038
Делительный диаметр	d		23,2833		0,194272	0,03165
Основной диаметр	db		20,1639		4,705	2,709
Диаметр окр.граничных точек	dl	25,787		27,57	2,815	-1,313
Диаметр впадин	df	25,417		24,77		
Допуск на диаметр впадин	f	-0,23		0,23		
Диаметр вершин	da	27,512		26	1,466	0,093
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,021		
Эфф.окр.толщина-ширина	s/e	1,924		1,769		
Касание во впадине	dD D	25,83		24,40		

Продолжение таблицы 2.16

Угол точки контакта	aM	0,707828		0,519034		
Диаметр точек контакта	dM	26,54		23,22		
Число зубьев в W	zn	7		7		
Длина общей нормали мин.	Wi	21,981		19,960		
Длина общей нормали мах.	Wa	22,002		19,986		
Диаметр контакта мах.	dW	29,84		28,39		
Допуск на толщину-ширину	mS E	0,025		0,029		
Допуск погрешностей	qSE	-2,281		0,078		
Расчетная толщина-ширина	S/E	3,053		1,823		
Окружной зазор вероятностный	j		-1,230			
Расчетный допуск	del		1,141			
Мин окружной зазор	ji		-2,371			
Мах.окружной зазор	ja		-0,088			
Момент (Нм)	Mк р		1985,1			
Радиус приложения силы (мм)	Rcp		13,378			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pок		6744,79			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		0,76			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		14			
Напряжение смятия (Н/мм <sup>2</sup> )	Pud		637,26			
Диаметр среза	dcp	26		27,512		
Сечение среза	Scp	2,666		5,185		
Напряжение среза (Н/мм <sup>2</sup> )	Tau	180,70		92,91		
Толщина/ширина на dl	s/e	2,82		-1,31		

Толщина/ширина на da	s/e	1,47		0,09		
----------------------	-----	------	--	------	--	--

### 2.2.1.5 Расчет винтовой пружины сжатия

Таблица 2.17

Деталь:	2170-1701170						
Исходные данные:							
Рабочее число витков:	6,5						
Полное число витков:	8,5						
Диаметр проволоки:	1	мм.					
Средний диаметр витка:	4,8	мм.	Модуль сдвига материала пружины:	78480	Н/мм <sup>2</sup>		
Длина ненагруженной пружины:	13,7	мм.					
Длина пружины в рабочих положениях:	L1	13,7	мм.	Ход пружины до:	L1	0	мм.
	L2	10	мм.		L2	3,7	мм.

Продолжение таблицы 2.17

	L3	11,7	мм.		L3	2	мм.
Коэффициент по DIN 2095 (x): Допуск на диаметр проволоки: Допуск на средний диаметр витка	0,11	Н/мм <sup>2</sup>	Диаметр контрольной гильзы:	6,1	мм.		
	0,03	мм.					
	0,2	мм.					
Расчетные параметры:							
Индекс пружины (w):	4,80		Напряжения сдвига:	P1(L1)	0,0	Н	
Коэфф. концент. напряжений (k):	1,307			P2(L2)	50,5	Н	
Жесткость пружины (c):	13,647	Н/мм		P3(L3)	27,3	Н	
Допустимое напряжение сдвига [tk]:	830	Н/мм <sup>2</sup>	tk1(L1)	0,0	Н/мм <sup>2</sup>		
			tk2(L2)	806,9	Н/мм <sup>2</sup>		
			tk3(L3)	436,2	Н/мм <sup>2</sup>		
Длина пружины, сжатой до соприкосновения витков (Lmax):	8,50	мм.					
Мах возможный ход пружины:	5,2	мм.					
Напряжение сдвига при Lmax:	1134,1	Н/мм <sup>2</sup>					
Сумма min зазоров:	0,72	мм.					

Min допустимая длина пружины:	9,22	мм.				
Min возможный ход пружины:	4,49	мм.				
Напряжение сдвига при Lmax:	978,1	Н/мм <sup>2</sup>				
Max наруж. диаметр витков:	6,03	мм.				
Min наруж. диаметр витков:	3,57	мм.				
Максимальный наружный диаметр пружины с учетом ее искривления:	6,06	мм.				

### 3 Безопасность и экологичность объекта

#### 3.1 Анализ влияния применения б-

**ой коробки передач автомобиля на шум в салоне автомобиля и показатели токсичности.**

Виброакустическую характеристику автомобиля в основном составляют вибрация и шум, возникающие в результате работы различных агрегатов и узлов автомобиля, они являются основными показателями, которые характеризуют комфортность, качество, надёжность и конкурентоспособность автомобилей как на мировом рынке так и в нашем, поэтому одной из целей данной бакалаврской работы является снижение вибрации и шума.

Среди всех агрегатов и узлов являющихся источниками вибрации и шума, выделяются главным образом коробка переключения передач и двигатель автомобиля.

Шум коробки передач может оказывать существенное влияние на образование как внешнего так и внутреннего шума автомобиля, при этом чем более малошумна автомобиль, тем более выделяется шум коробки передач и других элементов трансмиссии.

Сильное влияние на механический шум коробки передач оказывает нагрузка, при увеличении частоты вращения на каждые 1000 об/мин коленчатого вала двигателя

шум трансмиссии возрастает на 5 дБА.

Коробка передач служит для передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса посредством зубчатых зацеплений. При использовании любой передачи коробки передач, изменяются обороты коленчатого вала двигателя, а значит уменьшаются вибрации от двигателя автомобиля следовательно снижается шум издаваемый двигателем, т.е. повышается комфортабельность езды. Еще один положительный эффект от использования коробки передач любой передачи состоит в том, что снижение оборотов коленчатого вала двигателя



уменьшает свою очередь расход топлива и как следствие этого уменьшается токсичность выхлопных газов, исходя из количественного признака.

Таким образом, в данной бакалаврской работе изменяются в лучшую сторону такие важные характеристики как шумность в автомобиле как снаружи так и внутри автомобиля, виброакустические характеристики и токсичность автомобиля, что несомненно повышает покупательскую способность автомобиля и конкурентоспособность на мировом рынке. [7]

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

Участок сборки коробки



Рисунок. 3.1 - Эскиз рабочего места.

Таблица 3.1 - Описание технологического оборудования.

№ поз. на схеме объекта	Название используемой техники и инвентаря	Работа, операция, выполняемая на этой технике или этим инвентарем
1.0	Сборочно-установочная установка	Подшипники из упаковки
2.0	Пресовая установка	Подшипник – запресовывается внутренняя обойма
3.0	Стендовая установка для сборки	Вал КПП подборка
4.0	Пресовая установка	Запрессовка подшипника
5.0	Электрический гайковёрт	Затягивание гайки и испытание на свободное вращение

### 3.3 Идентификация опасных и вредных производственных факторов

#### Вредный производственный фактор-

фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Таблица 3.2 - Опасные и вредные факторы

Опасные вредные условия присутствующие на производстве	Техника, рабочий инвентарь	Влияние на человека
1. Физические		
а) движ-е маш. и мех-ы	Поточн. Лин.	Запыль-ть возд., общ. Вибр., движ-е возд-
б) подвижные части производ-го оборуд-я	Трансп-т пот-ой лин., вращ-ся части инстру-та	Шум, общая вибрация, повреждения
в) передвижные	Дет. и сбор-е и др. приспособ-ия	Поврежд. частей тела

Продолжение таблицы 3.2

г) Повыш-я запыл-ть и загрязн-ть возд.		Возд-ие наорг.Дых., утомл-ть
д)повыш.Ур.звука,вибр.,ультрзв.,ультразв.Кол-й	Электро-т,	Шум-евозд-е наорг.слуха, внутр-е расстр-а орг-ма, влиян. на сердце
е) Увел-й вольтажв электр. сети	Электр-сети,электро-уст-и техн. с прим.	Влиян. электр-го тока на чел.
ж) Отс-ие илинедост.Естест-го осв-я,недост-я осв-	Производств.помещ.,осветит-оеоборуд-ие	Влиян.на органызрения,повыш-аяутомл-ть,
з) Остр.кр.,заус-ы,шерох-ть поверх-ти заг-к, инстр-а	Заг-ки, дет.исбор-еед.,инстр.,контейн.	Поврежд-ечастейтела,наруш-ецелостн-и
2. Хим-ие		
Раздраж-евещ-ва	Смазка,пыль	Раздраж.кожи,возд-иенаорг. дых-я
3. Психофиз-ие		
б) нервно-психические		Утомл-е,уст-ть,эмоц-оенапр-ие

## Планировочные мероприятия

1. Ширинаосновныхпроходовна рабочемместедолжнаопределятьсясучетомгабаритовремонтируемыхагрегат овииобрабатываемых изделий.
2. Рабочиеместа,проезды,проходыиоборудованиедолжныбытьсвободнымии незагромождатьсяматериалами,агрегатами,детальями,отходами производства и тарой.
3. Рабочиеместадолжныобеспечиватьудобствоработы,свободудвижений,ми нимумфизическихнапряженийибезопасныевысокопроизводительныеуслови ятруда.
4. Инструмент,приспособленияикомплектующиеизделиядолжнырасполагат ьсявнепрямойблизостиотработавшего:то,чтоберетсялевойрукой-

слева от него, правой рукой -

справа; исходя из этого размещают вспомогательное оборудование (инструментальные шкафы, стеллажи и т.п.).

5. Материалы, детали, агрегаты, готовые изделия у рабочего места должны укладываться на стеллаж способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при грузоподъемных механизмах.

Инструкция для слесаря МСР  
Общие положения

1. К самостоятельной работе на оборудовании допускаются лица, прошедшие:

- вводный инструктаж;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- инструктаж по электробезопасности на рабочем месте и проверку усвоения его содержания.

Все основные положения данного раздела в приложении Б.

## 4 Экономическая эффективность проекта

### 4.1 «Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля»

Таблица 4.1 - Исходные данные

№ п.п.	Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
1	2	3	4	5
1	Годовая программа выпуска изделия	<i>V<sub>год.</sub></i>	штг.	44000
2	Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
3	Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
5	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
6	Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
7	Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
8	Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
9	Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
10	Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
11	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
12	Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
13	Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
14	Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
15	Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
16	Коэффициент капиталобразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,14

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

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

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

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

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

$K_{вот}$ - коэффициент возвратных отходов, %.

Таблица 4.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

№ п.п.	Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
1	Литье СЧ-21	кг	145,5	2,78	404,49
2	Прокат Сталь 3	кг	47,36	3,2	151,55
3	Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	3,35	435,73
4	Бронза (отходы)	кг	3,1	3,4	10,54
5	Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,78	239,80
6	Черные металлы (отходы)	кг	4,7	3,98	18,71
	Итого				1260,82
	<i>Ктзр</i>		1,45		18,28
	<i>Квот</i>		1		12,61
	Всего				1291,71

$$M = 1291,71 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma\Pi u = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100 \quad (4.2)$$

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

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

Таблица 4.3 - Покупные изделия

№ п.п.	Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
1	Подшипник опорный вала	шт.	1784,57	2	3569,14
2	Кольцо синхронизатора	шт.	985,78	1	985,78
3	Подшипник игольчатый	шт.	1158,54	1	1158,54
4	Пробка уровня масла	шт.	22,58	1	22,58
5	Пробка сливная	шт.	23,54	1	23,54
6	Гайка	шт.	65,85	2	131,70
	Итого				5891,28
	<i>Ктзр</i>		1,45		85,42
	Всего				5976,70

$$\Pi u = 5976,70 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Основная заработная плата производственных рабочих" производится по формуле:

$$Z_o = Z_t (1 + K_{прем} / 100) \quad (4.3)$$

где -  $Z_t$  - тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:

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

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

$T_i$  – трудоемкость выполнения операции, час.

$K_{прем.}$  – коэффициент 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	0,98	95,29	93,38
2	Токарная	6	0,58	99,44	57,68
3	Фрезерная	5	0,54	95,29	51,46
4	Термообработка	7	0,75	103,53	77,65
5	Шлифовальная	5	0,45	95,29	42,88
6	Сборочная	7	1,50	103,53	155,30
	Итого				478,34
	$K_{прем}$		12		57,40
	Всего				535,74

$$Z_o = 535,74 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:

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

где -  $K_{вып}$  - коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве

$$Z_{дон} = 535,74 \cdot 0,14 = 75,00 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" выполняется по формуле:

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

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

$$C_{соц.н.} = (535,74 + 75,00) \cdot 0,3 = 183,22 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:

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

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

$$C_{\text{сод.обор.}} = 535,74 \cdot 1,94 = 1039,33 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат «Цеховые расходы» выполняются по формуле:

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

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

$$C_{\text{цех}} = 535,74 \cdot 1,72 = 921,472 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку» выполняются по формуле:

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

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

$$C_{\text{инстр.}} = 535,74 \cdot 0,03 = 16,07 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (4.10)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 1291,71 + 5976,70 + 535,74 + 183,22 + 75,00 + 1039,33 + 921,472 + 16,07 = 10039,26 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат «Общезаводские расходы» выполняется по формуле:

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

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

$$C_{\text{обзав.}} = 535,74 \cdot 1,97 = 1055,41 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

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

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1055,41 + 10039,26 = 11094,67 \text{ руб.}$$

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 -  $E_{\text{ком.}}$  - коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов

$$C_{\text{ком.}} = 11094,67 \cdot 0,0029 = 32,17 \text{ руб.}$$



Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

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

$$\text{Сполн.с.с.} = 11094,67 + 32,17 = 11126,85 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия выполняется по формуле:

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

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

$$\text{Цотп.б.} = 11126,85 \cdot (1 + 0,3) = 14464,90 \text{ руб.}$$

Таблица 4.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

№ п.п.	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
1	Стоимость основных материалов	<i>М</i>	1356,30	1291,71
2	Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	6275,54	5976,70
3	Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	562,53	535,74
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	78,75	75,00
5	Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	192,38	183,22
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1091,30	1039,33
7	Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	967,55	921,47
8	Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	16,88	16,07
9	Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	10541,23	10039,26
10	Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1108,18	1055,41
11	Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	11649,40	11094,67
12	Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	33,78	32,17
13	Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	11683,19	11126,85
14	Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	15188,14	15188,14

## 4.2 Расчет точки безубыточности

Для расчета безубыточного объема продаж необходимо вычислить следующие показатели:

Определение переменных затрат:

на единицу изделия (для базы и для проекта):

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

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

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 1356,30 + 6275,54 + 562,53 + 78,75 + 192,38 = \\ &= 8465,50 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 1291,71 + 5976,70 + 535,74 + 75,00 + 183,22 = \\ &= 8062,38 \text{ руб.} \end{aligned}$$

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

$$З_{перем.б.} = 8465,50 \cdot 44000 = 372482143,40 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 8062,38 \cdot 44000 = 354744898,47 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

на единицу изделия (для базы и для проекта):

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

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

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1091,30 + 16,88 + 967,55 + 1108,18 + 33,78 = \\ &= 3217,68 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1039,33 + 16,07 + 921,47 + 1055,41 + 32,17 = \\ &= 3064,46 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

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

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

$$З_{пост.б.} = 3217,68 \cdot 44000 = 141578104,38 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.пр.} = 3064,46 \cdot 44000 = 134836289,88 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

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

где -  $H_A$  - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

$$А_{м.уд.} = (1039,33 + 16,07) \cdot 12 / 100 = 126,65 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

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

$$С_{полн.год.пр.} = 11126,85 \cdot 44000 = 489581188,35 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

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

$$Выручка = 15188,14 \cdot 44000 = 668278322,10 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

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

$$Д_{марж.} = 668278322,10 - 354744898,47 = 313533423,63 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

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

$$А_{крит.} = 134836289,88 / (15188,14 - 8062,38) = 18922,37 \text{ руб.}$$

$$А_{крит.} = 18925 \text{ руб.}$$

### График точки безубыточности

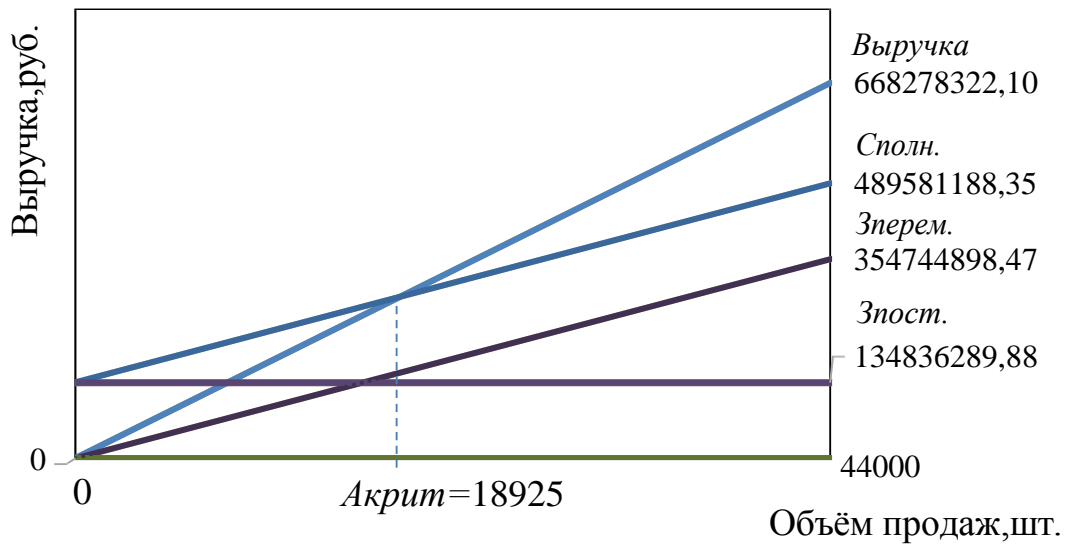


Рис. 4.1 - График точки безубыточности

### 4.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

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

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

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

$n$  – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = \frac{44000 - 18925}{6 - 1} = 5015 \text{ шт.}$$

Для определения чистого дохода необходимо рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

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

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

$$V_{\text{прод.}1} = 18925 + 1 \cdot 5015 = 23940 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 18925 + 2 \cdot 5015 = 28955 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 18925 + 3 \cdot 5015 = 33970 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 18925 + 4 \cdot 5015 = 38985 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 18925 + 5 \cdot 5015 = 44000 \text{ шт.}$$

Выручка по годам:

$$V_{\text{выр.}i} = C_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (4.31)$$

$$V_{\text{выр.}1} = 15188,14 \cdot 23940 = 363604159,80 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выр.}2} = 15188,14 \cdot 28955 = 439772700,38 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выр.}3} = 15188,14 \cdot 33970 = 515941240,95 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выр.}4} = 15188,14 \cdot 38985 = 592109781,53 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выр.}5} = 15188,14 \cdot 44000 = 668278322,10 \text{ руб.}$$

Переменные затраты по годам (определяется для базового и проектного вариантов):

для базового варианта:

$$Зперем.б.i = Зперем.уд.б. \cdot Vпрод.i \quad (4.32)$$

$$Зперем.б.1 = 8465,50 \cdot 23940 = 202664148,02 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.2 = 8465,50 \cdot 28955 = 245118646,86 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.3 = 8465,50 \cdot 33970 = 287573145,71 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.4 = 8465,50 \cdot 38985 = 330027644,55 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.5 = 8465,50 \cdot 44000 = 372482143,40 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$Зперем.пр.i = Зперем.уд.пр. \cdot Vпрод.i \quad (4.33)$$

$$Зперем.пр.1 = 8062,38 \cdot 23940 = 193013474,31 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.2 = 8062,38 \cdot 28955 = 233446330,35 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.3 = 8062,38 \cdot 33970 = 273879186,39 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.4 = 8062,38 \cdot 38985 = 314312042,43 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.5 = 8062,38 \cdot 44000 = 354744898,47 \text{ руб.}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$Ам. = Ам.уд. \cdot Vгод \quad (4.34)$$

$$Ам. = 126,65 \cdot 44000 = 5572549,86 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам (определяется для базового и проектного вариантов):

для базового варианта:

$$Сполн.б.i = Зперем.б.i + Зпост.б \quad (4.35)$$

$$Сполн.б.1 = 202664148,02 + 141578104,38 = 344242252,40 \text{ руб.}$$

$$Сполн.б.2 = 245118646,86 + 141578104,38 = 386696751,24 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.3} = 287573145,71 + 141578104,38 = 429151250,08 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 330027644,55 + 141578104,38 = 471605748,93 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 372482143,40 + 141578104,38 = 514060247,77 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

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

$$\text{Сполн.пр.1} = 193013474,31 + 134836289,88 = 327849764,19 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 233446330,35 + 134836289,88 = 368282620,23 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 273879186,39 + 134836289,88 = 408715476,27 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 314312042,43 + 134836289,88 = 449148332,31 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 354744898,47 + 134836289,88 = 489581188,35 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

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

$$\text{Пр.обл.1} = (363604159,80 - 327849764,19) - (363604159,80 - 344242252,40) = 16392488,21 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = (439772700,38 - 368282620,23) - (439772700,38 - 386696751,24) = 18414131,01 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = (515941240,95 - 408715476,27) - (515941240,95 - 429151250,08) = 20435773,81 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = (592109781,53 - 449148332,31) - (592109781,53 - 471605748,93) = 22457416,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = (668278322,10 - 489581188,35) - (668278322,10 - 514060247,77) = 24479059,42 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

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

$$\text{Нпр.1} = 16392488,21 \cdot 0,20 = 3278497,64 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 18414131,01 \cdot 0,20 = 3682826,20 \text{ руб.}$$

$$Нпр.3 = 20435773,81 \cdot 0,20 = 4087154,76 \text{ руб.}$$

$$Нпр.4 = 22457416,62 \cdot 0,20 = 4491483,32 \text{ руб.}$$

$$Нпр.5 = 24479059,42 \cdot 0,20 = 4895811,88 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

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

$$Пр.ч.1 = 16392488,21 - 3278497,64 = 13113990,57 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.2 = 18414131,01 - 3682826,20 = 14731304,81 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.3 = 20435773,81 - 4087154,76 = 16348619,05 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.4 = 22457416,62 - 4491483,32 = 17965933,29 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.5 = 24479059,42 - 4895811,88 = 19583247,53 \text{ руб.}$$

Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла, конструкции.

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

где -  $Д1$  и  $Д2$  - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту

$$Д1 = 100000 \text{ циклов}$$

$$Д2 = 135000 \text{ циклов}$$

$$Пр.ож.д. = 15188,14 \cdot 135000 / 100000 - 15188,14 = 5315,85 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

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

$$ЧД1 = 13113990,57 + 5572549,86 + 5315,85 \cdot 23940 = 145947996,35 \text{ руб}$$

$$ЧД2 = 14731304,81 + 5572549,86 + 5315,85 \cdot 28955 = 174224299,80 \text{ руб}$$

$$ЧД3 = 16348619,05 + 5572549,86 + 5315,85 \cdot 33970 = 202500603,24 \text{ руб}$$

$$ЧД4 = 17965933,29 + 5572549,86 + 5315,85 \cdot 38985 = 230776906,68 \text{ руб}$$

$$ЧД5 = 19583247,53 + 5572549,86 + 5315,85 \cdot 44000 = 259053210,13 \text{ руб}$$



Дисконтирование денежного потока.

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

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

где - *Ест.и*- процентная ставка на капитал

*t*- год приведения затрат и результатов

$$\text{Ест.} = 10 \%$$

$$\alpha_1 = 0,909 \quad \alpha_2 = 0,826 \quad \alpha_3 = 0,751 \quad \alpha_4 = 0,863 \quad \alpha_5 = 0,621$$

Для оценки эффективности ИП по шагам расчетного периода используется дисконтированное сальдо суммарного потока реальных денег по шагам (текущий чистый дисконтированный доход):

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

$$\text{ДСП}_1 = 145947996,35 \cdot 0,909 = 132666728,68 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_2 = 174224299,80 \cdot 0,826 = 143909271,63 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_3 = 202500603,24 \cdot 0,751 = 152077953,03 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_4 = 230776906,68 \cdot 0,863 = 199160470,47 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_5 = 259053210,13 \cdot 0,621 = 160872043,49 \text{ руб.}$$

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

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

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ДСП} = & 132666728,68 + 143909271,63 + 152077953,03 + \\ & + 199160470,47 + 160872043,49 = 788686467,30 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

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

где - *K<sub>инв.</sub>* – коэффициент капиталобразующих инвестиций.

$$\begin{aligned} J_0 = & 0,14 \cdot ( 327849764,19 + 368282620,23 + 408715476,27 + \\ & + 449148332,31 + 489581188,35 ) = 286100833,39 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Чистый дисконтированный доход равен:

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

$$ЧДД = 788686467,30 - 286100833,39 = 502585633,92 \text{ руб.}$$

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (4.47)$$

$$JD = 502585633,92 / 286100833,39 = 1,76$$

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (4.48)$$

$$Токуп. = 286100833,39 / 502585633,92 = 0,57$$

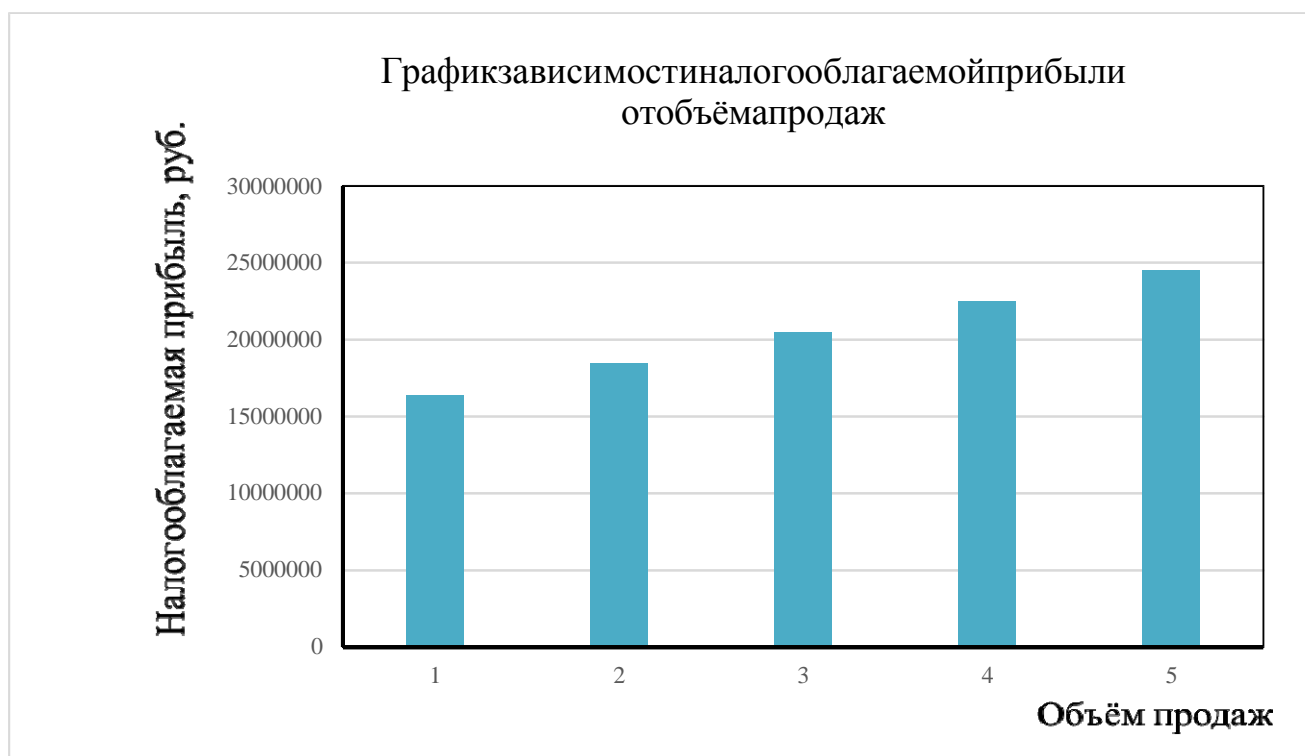


Рис. 4.2-График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.»

## Выводы и рекомендации.

В результате проведения совокупности конструкторских мероприятий увеличился ресурс проектируемого узла автомобиля при одновременном положительном экономическом эффекте  $ID = 1,76$ .

При расчете экономических показателей по внедрению проектного узла автомобиля в массовое производство было определено, что себестоимость проектного варианта ниже, чем себестоимость для базового варианта, и в результате увеличения ресурса проектной конструкции ожидается увеличение продаж, что является положительным экономическим показателем. Для этого произведен расчет на общественную эффективность проекта и была вычислена ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Чистый дисконтированный доход от внедрения модернизированного узла автомобиля составляет 502585633,92 рублей.

Срок окупаемости данного проекта равен 0,57 года, что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.

**Таблица 4.6 - Показатели коммерческой эффективности проекта**

	Наименование показателей	Годы					
		0	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	6	7
1	Объем продаж V <sub>прод.</sub> (шт)		23940	28955	33970	38985	44000
2	Отпускная цена за единицу продук		15188,14				
3	Выручка.н.		363604	439773	515941	592110	668278
4	Переменные затраты (тыс. руб) З <sub>пе</sub>		202664	245119	287573	330028	372482
	З <sub>перем.н.</sub>		193013	233446	273879	314312	354745
5	Амортизация, Ам (тыс. руб.)		5573				
6	Постоянные затраты, (тыс. руб) З <sub>по</sub>		141578				
	З <sub>пост.н.</sub>		134836				
7	Полная себестоимость, (тыс. руб) С		344242	386697	429151	471606	514060
	С <sub>пол.н.</sub>		327850	368283	408715	449148	489581
8	Налогооблагаемая прибыль, б (ты		19362	53076	86790	120504	154218
	Налогооблагаемая прибыль, н		35754	71490	107226	142961	178697
9	Налог на прибыль, б (тыс. руб)		3872	10615	17358	24101	30844
	Налог на прибыль, н		7151	14298	21445	28592	35739
10	Прибыль чистая, б		15490	42461	69432	96403	123374
	Прибыль чистая, н		28604	57192	85781	114369	142958
11	Чистый поток реальных денег ЧД (г		145948	174224	202501	230777	259053
12	Коэф дисконтират 1 при Ест. 1		0,909	0,826	0,751	0,863	0,621
13	Чистый дисконтированный поток		132667	143909	152078	199160	160872
14	Капиталообразующие инвестиции	286101					
15	Дисконтированный поток реальных денег .сумма ЧДД		502586				
16	Индекс доходности, J <sub>D</sub>		1,76				
17	Срок окупаемости проекта Т <sub>окуп.</sub>		0,57				

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом работы является модернизация коробки передач ВАЗ-2170, которая в настоящее время работает на серийных автомобилях с передним приводом 2-го класса. Особенностью проекта является применение 6 передачи при сохранении всей компоновки и числа передач первых пяти передач. Это техническое решение позволяет снизить производственные затраты и избежать трудностей в обеспечении запасных частей транспортных средств с более ранним временем выпуска (однородность производства), а также с использованием 6-го поколения двигателей. Передача снижает расход топлива на максимальной скорости (~500 мл на 100 км).

Представленная работа соответствует современному состоянию и перспективам развития науки и техники в области автомобильной промышленности. В частности, данный проект наиболее актуален в связи с ужесточением международных норм по токсичности и топливной экономичности.

Кроме того, дополнительные преимущества обеспечиваются за счет престижности 6-ступенчатой коробки передач, что ведет к повышению конкурентоспособности.

Дальнейшее улучшение потребительских качеств автомобиля по данному направлению может быть достигнуто применением полностью автоматической 6-ступенчатой коробки передач с электрическим, гидравлическим или комбинированным управлением переключением передач, что позволило бы переключать передачи без разрыва потока мощности. Данная модернизация позволила существенно повысить конкурентоспособность автомобилей отечественной автомобильной промышленности.

## 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.«Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления» Тольятти 1988. - 35 с.
- 7.Горина, Л.Н. « Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
- 8.Капрова, В.Г. « Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”.» / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
- 9.Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;.–М. :Высшая школа,1973.-384с.
10. «Краткий автомобильный справочник» -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:анализконструкций, 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 курсовому 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. Daniel Stapleton. How to Plan and Build a Fast Road Car/2004.
22. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename, Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles/2010.
23. Colin Campbell. Automobile Gear box/2012.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P.36– 38.
25. Dainius, L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods/Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. – 2p.
26. Catalin, A., Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms/ A. Catalin, V. Totu Ingenieria e Investigacion, 2016. – 1p.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Общие характеристики автомобиля

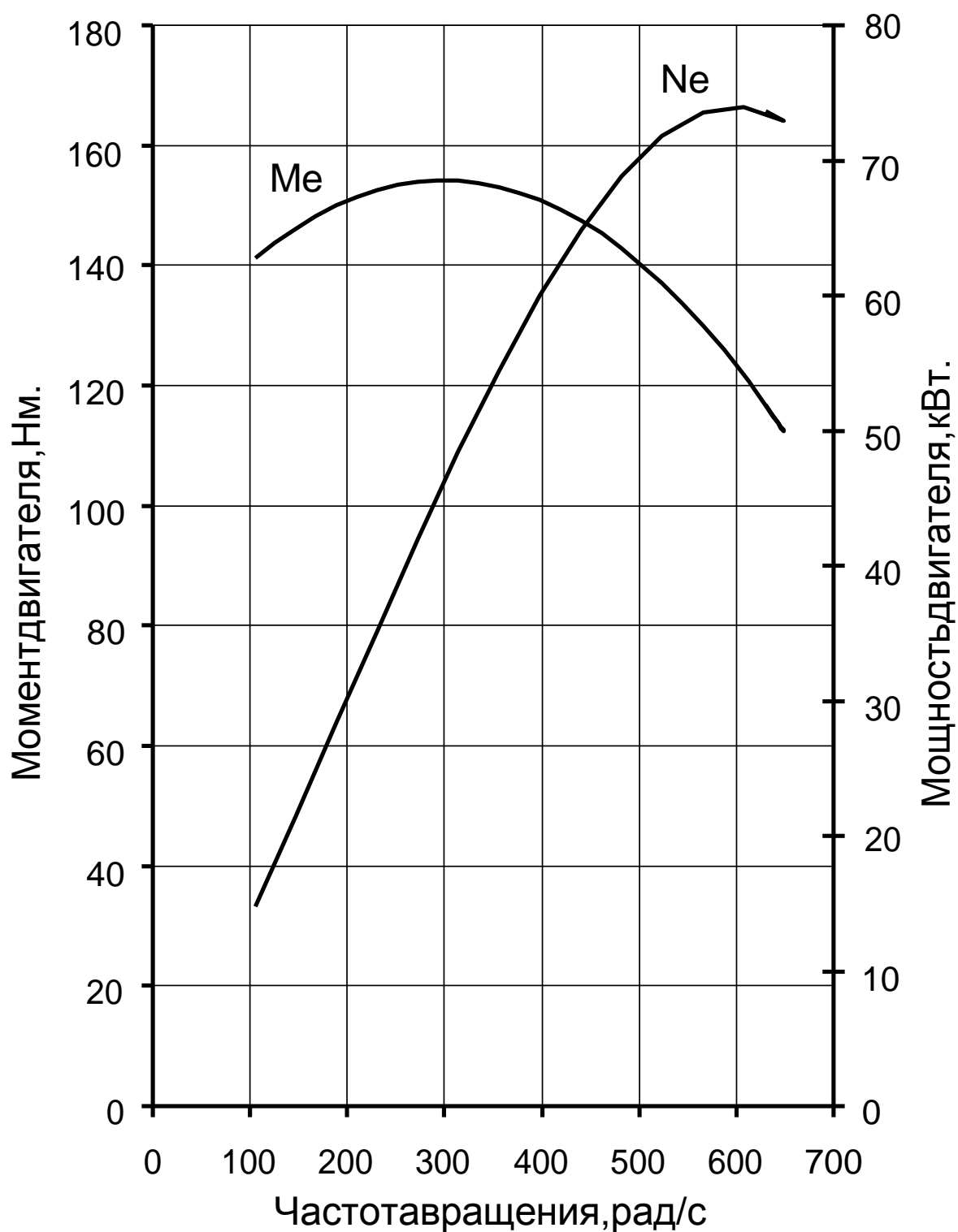


Рисунок А.1 - Внешняя скоростная характеристика



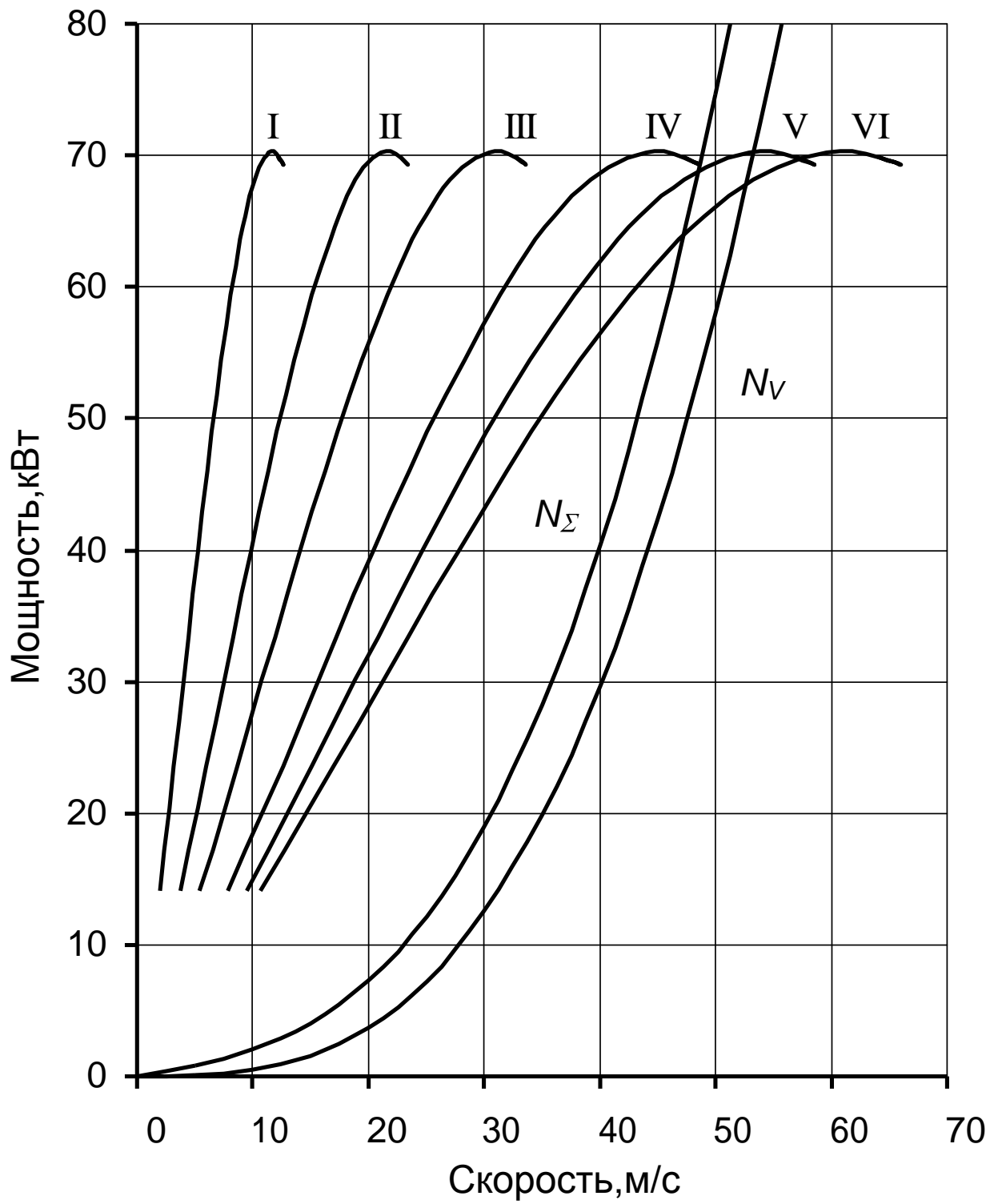


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

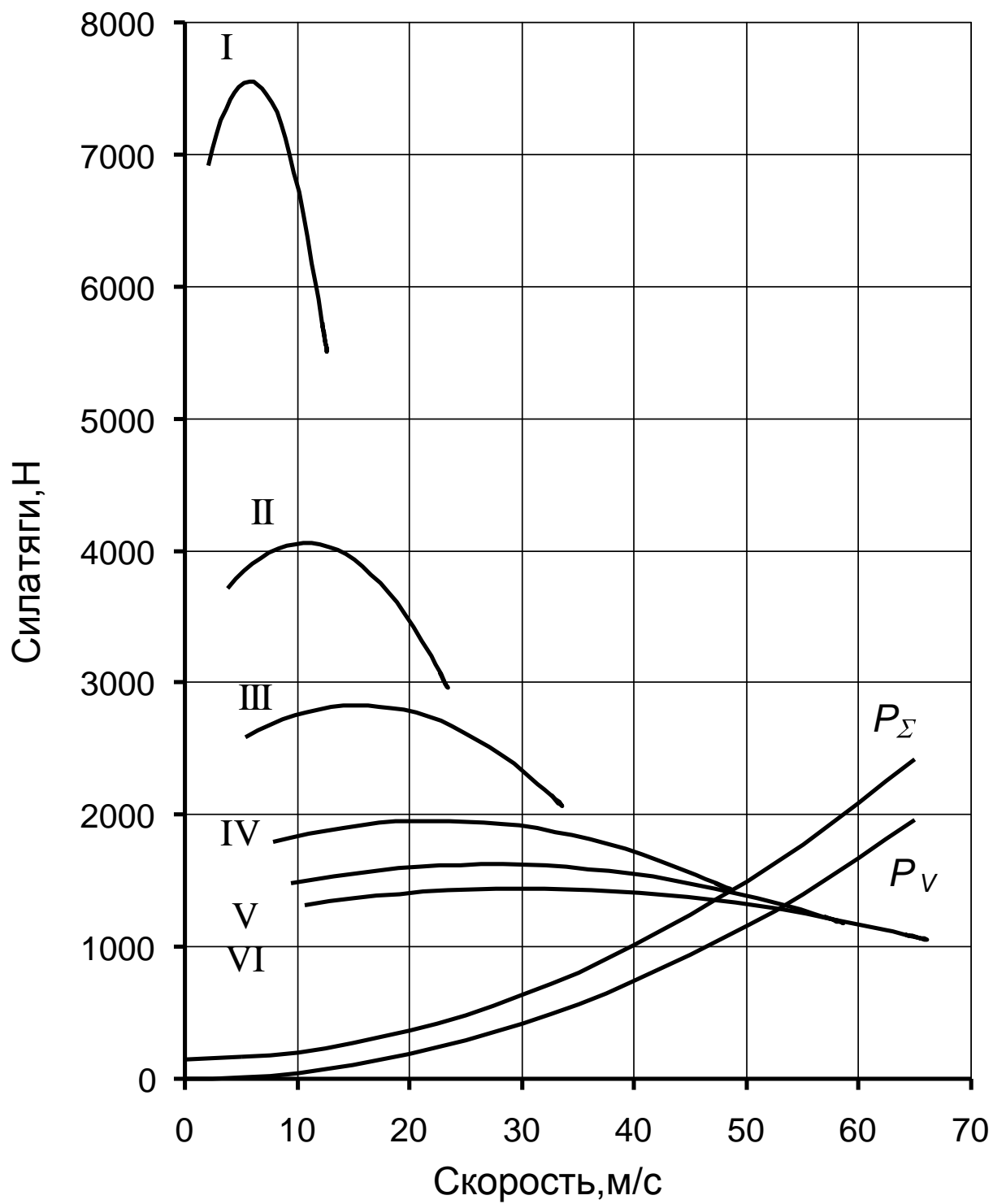


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

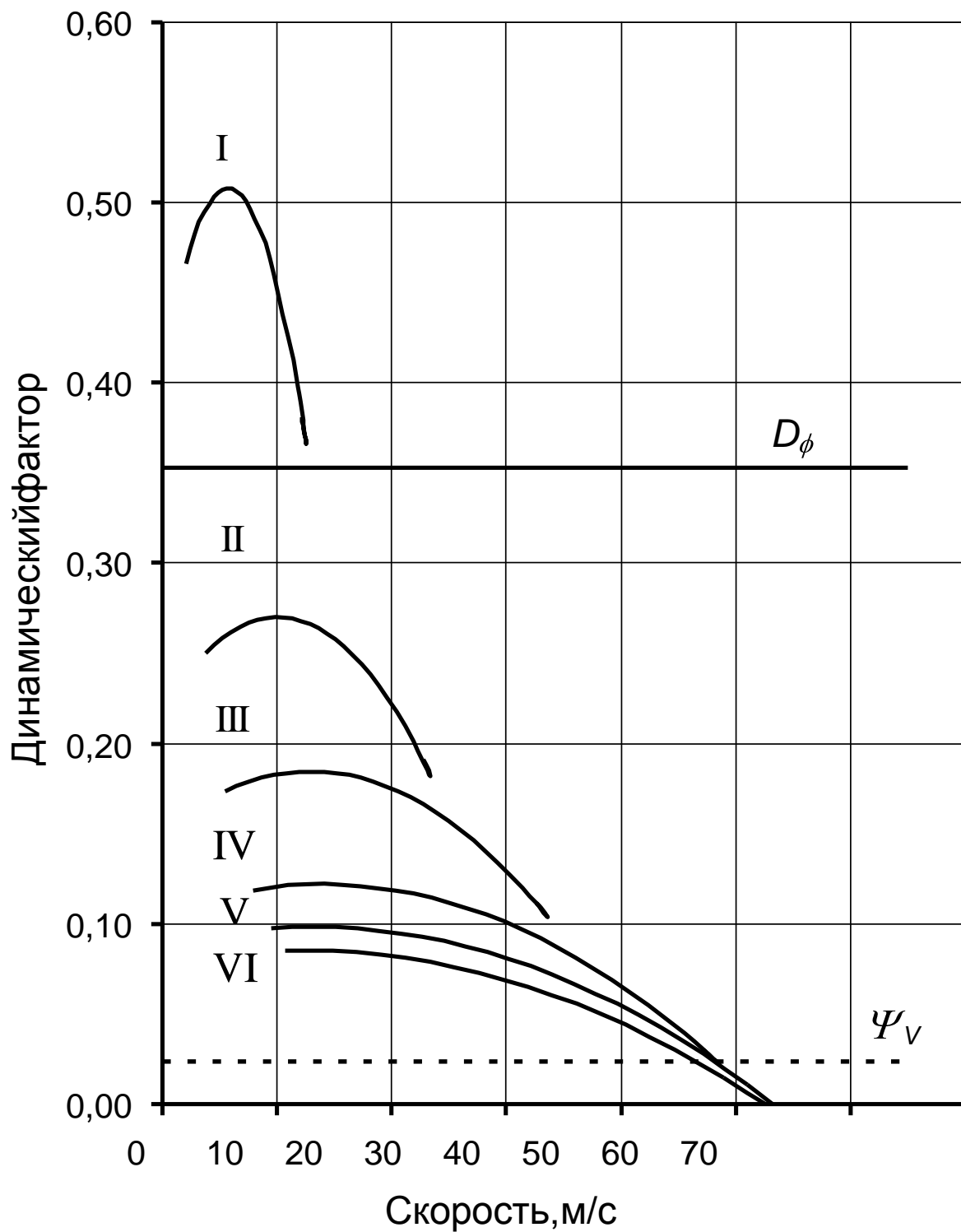


Рисунок А.4 – Динамический баланс

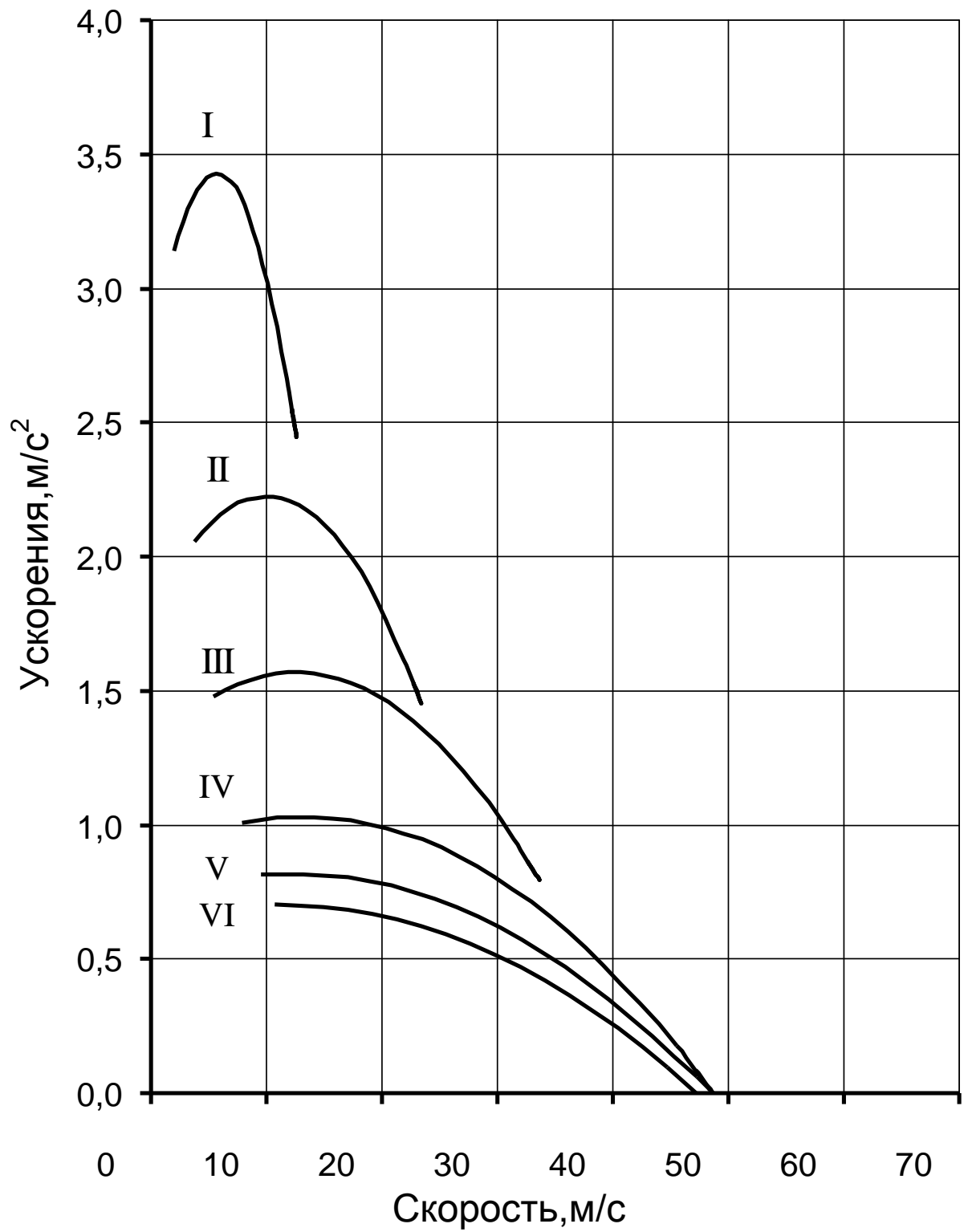


Рисунок А.5 – Ускорение на передачах

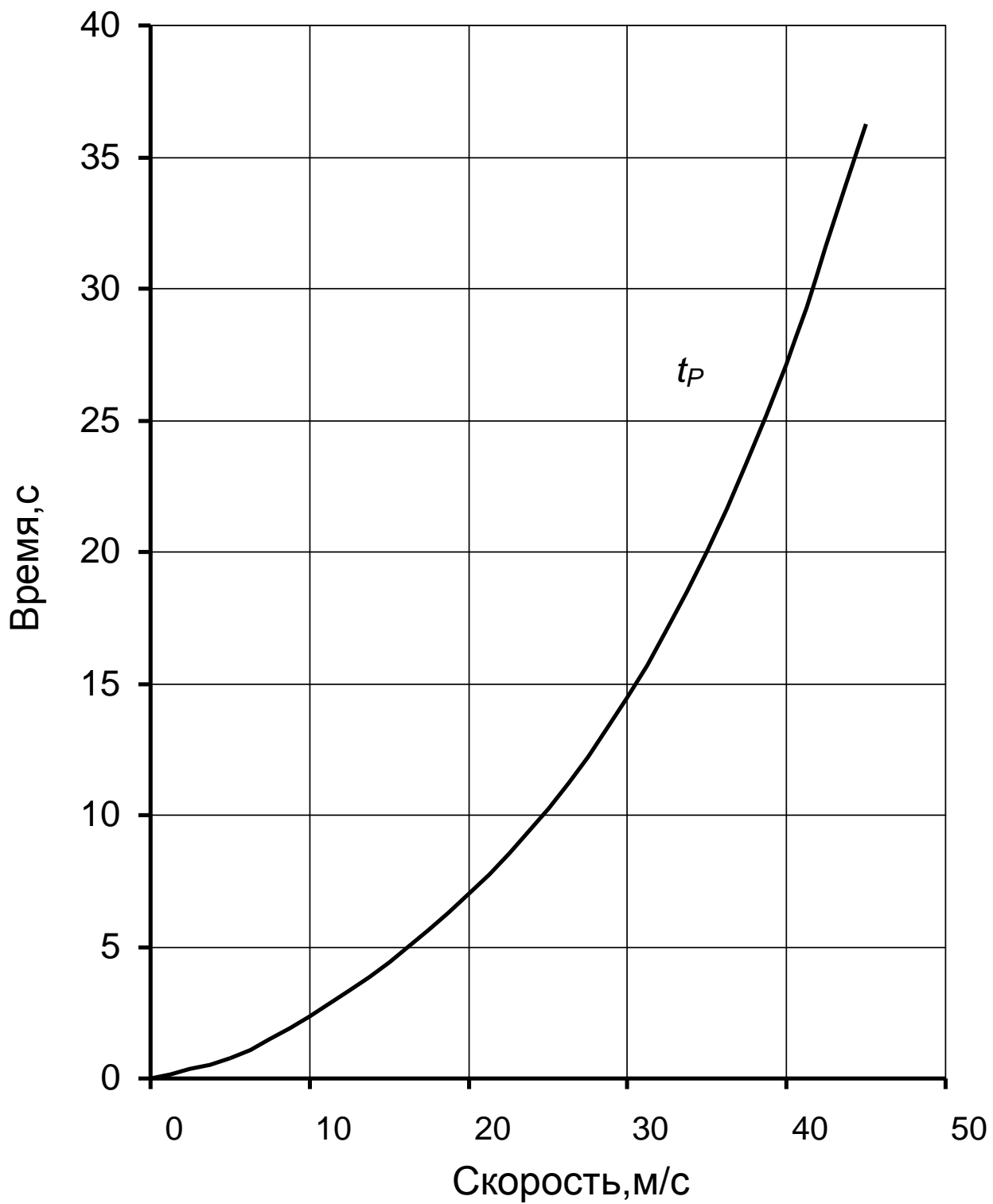


Рисунок А.6 – Время разгона

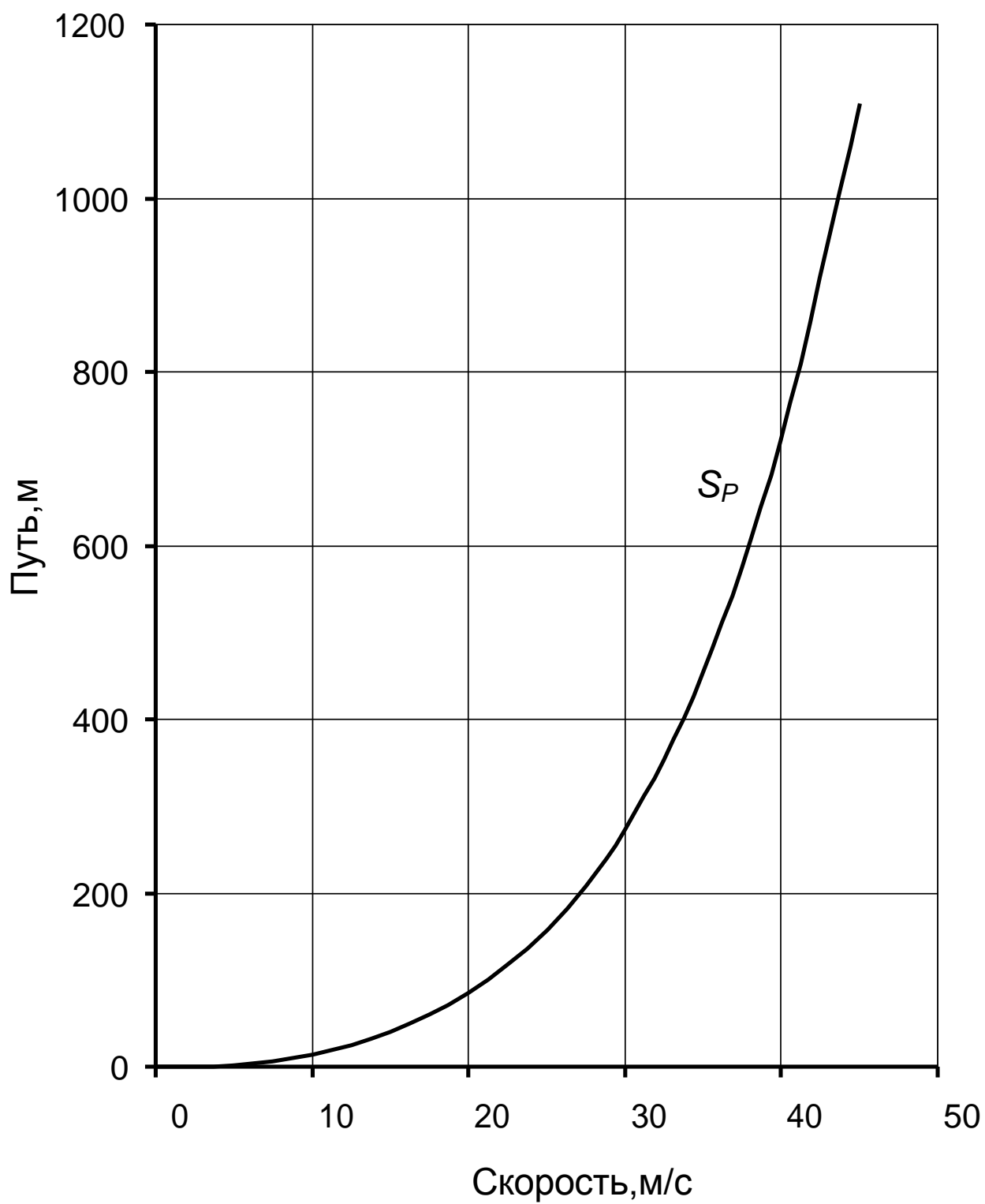


Рисунок А.7 – Путь разгона

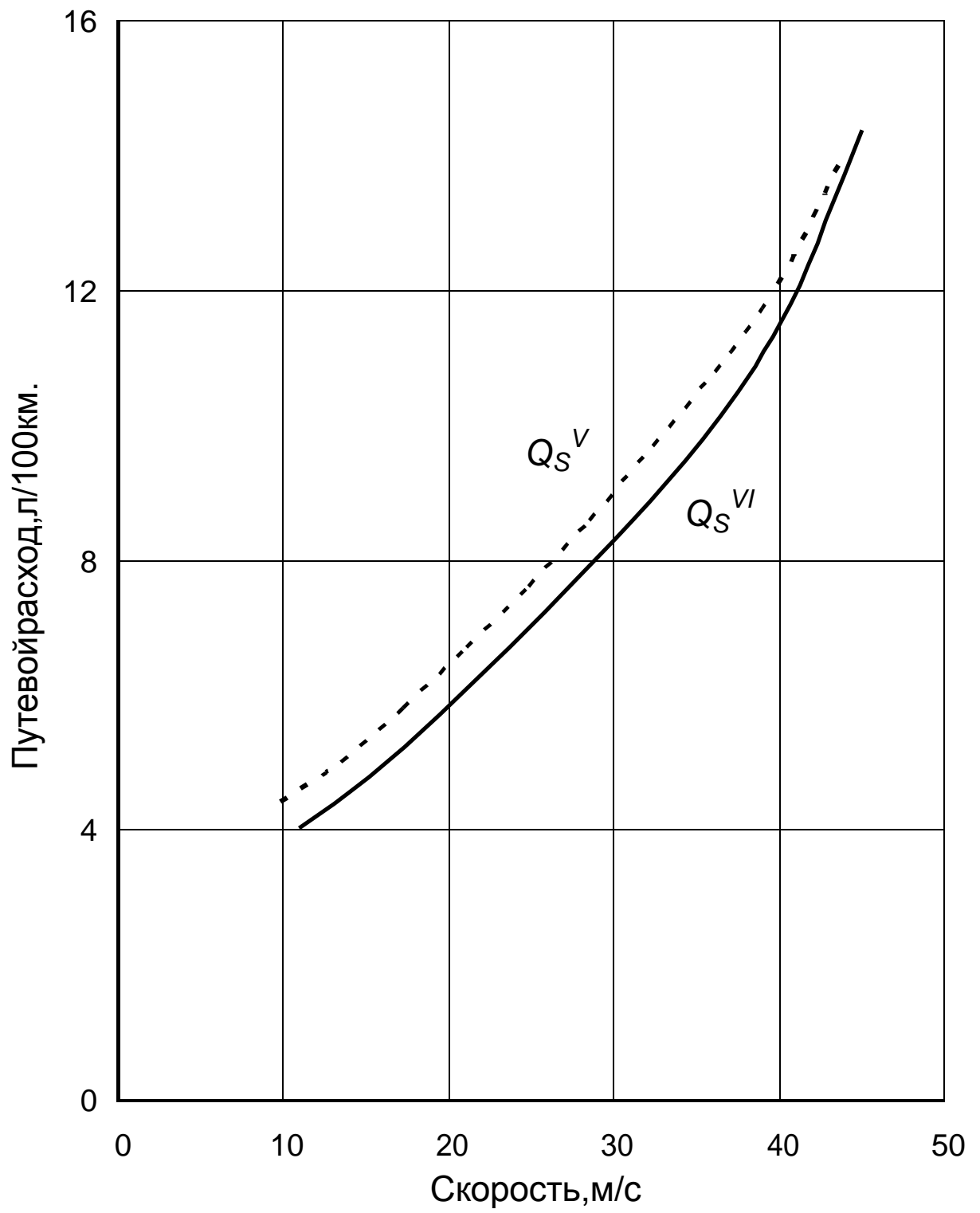


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива

## 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  $2^{\circ}\text{C}$  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.