

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
Политехнический институт  
Факультет «Автотранспортный»  
Кафедра «Колесные и гусеничные машины»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА  
Рецензент

\_\_\_\_\_ А.Д.Рулевский  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ В.Н. Бондарь  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Проектирование шестиступенчатой коробки переключения передач  
для переднеприводных автомобилей ВАЗ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты:  
По экономической части старший  
преподаватель

\_\_\_\_\_ С. Ю. Лелекова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Руководитель работы:  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Ю.М. Землянский  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

По БЖД  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ А.В. Кудряшов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Автор работы  
студент группы П-503

\_\_\_\_\_ И.А. Петренко  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Нормоконтролер  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ В. И. Дуюн  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

## АННОТАЦИЯ

Петренко И.А. Проектирование шестиступенчатой коробки переключения передач для переднеприводных автомобилей ВАЗ: – Челябинск: ЮУрГУ, АТ, 2019, 99 с. 34 ил., библиогр. список – 23 наим., 10 листов графического материала

В квалификационной работе проведен конструкционный анализ актуальных коробок переключения передач (КПП), с учетом их классификаций, требований и назначений, выполнен тягово-динамический расчет автомобиля с учетом шестой передачи коробки передач. Разработана конструкция шестиступенчатой механической коробки переключения передач для переднеприводных автомобилей ВАЗ, в качестве автомобиля прототипа принимался автомобиль ВАЗ-2170 («Лада Приора»). Произведены расчеты, подтверждающие надежность конструкции. Разработан технологический процесс для детали, входящей в конструкцию спроектированной КПП. Определена себестоимость предлагаемой шестиступенчатой коробки переключения передач, рассчитан срок окупаемости проекта и объем капитальных вложений (инвестиций). Представлено описание производственных помещений с точки зрения безопасности жизнедеятельности (БЖД).

					<b>23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование шестиступенчатой коробки переключения передач для переднеприводных автомобилей ВАЗ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Петренко						3	99
Провер.	Землянский					ЮУрГУ Кафедра «КГМ»		
Н. Контр.	Дуюн							
Утверд.	Бондарь							

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КОРОБОК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....	7
1.1 Назначение коробок передач.....	7
1.2 Требования к коробкам переключения передач.....	7
1.3. Классификация коробок переключения передач.....	8
1.3.1 Планетарные коробки переключения передач.....	8
1.3.2 Вальные коробки переключения передач.....	9
1.4 Выбор и обоснование конструктивных изменений при модернизации коробки переключения передач.....	15
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШЕСТИСТУПЕНЧАТОЙ КОРОБКИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ.....	22
2.1 Исходные данные.....	22
2.2 Выбор передаточного отношения добавляемой передачи.....	26
2.3 Проверочный тягово-динамический расчет автомобиля с учетом шестой передачи.....	27
2.3.1 Расчетные параметры.....	27
2.3.2 Выбор шин.....	28
2.3.4 Построение внешней скоростной характеристики.....	30
2.3.5 Определение рабочего объема двигателя.....	32
2.3.6 Определение передаточного отношения главной передачи.....	33
2.3.7 Выбор числа передач и определение передаточных чисел КПП.....	33
2.3.8 Тяговая и динамическая характеристика автомобиля.....	35
2.3.9 Ускорение автомобиля.....	40
2.3.10 Определение времени и пути разгона.....	43
2.3.11 Мощностной баланс.....	48
2.3.12 Топливная экономичность.....	50
2.4. Расчет коробки переключения передач.....	53
2.4.1 Расчёт межосевого расстояния.....	54
2.4.2 Расчет рабочей ширины зубчатого венца.....	54
2.4.3 Расчет угла наклона зубьев.....	54
2.4.4 Расчет суммы чисел зубьев в паре.....	55
2.4.5 Расчет шестой передачи.....	55
2.4.6 Расчет рабочей ширины зубчатого венца.....	55
2.4.7 Расчет угла наклона зубьев.....	56
2.4.8 Расчет суммы чисел зубьев в паре.....	56
2.4.9 Проверка межосевого расстояния по первой и шестой ступеням.....	57
2.5 Расчет параметров шестерен шестой передачи.....	57
2.5.1 Основные параметры для зубчатых колес шестой передачи КПП.....	57
2.5.2 Расчёт допускаемых напряжений зубчатых передач.....	58
2.5.3 Расчёт допускаемых контактных напряжений.....	59

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

2.5.4 Проверочный расчёт зубчатых передач .....	59
2.5.5 Проверочный расчёт по контактным напряжениям ведущей шестерни шестой передачи .....	60
2.6 Проверочный расчёт валов .....	60
2.7 Расчёт вала на прочность .....	64
2.8 Проверочный расчёт подшипников .....	66
2.9 Расчёт синхронизатора шестой передачи .....	68
2.10 Схема переключения передач .....	71
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	73
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	77
4.1 Введение .....	77
4.2 Нормирование опасных и вредных производственных факторов .....	79
4.2.1 Микроклимат производственных помещений .....	79
4.2.2 Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны .....	80
4.2.3 Требования к производственному освещению .....	81
4.2.3.1 Общие положения .....	81
4.2.3.2 Искусственное освещение .....	82
4.2.4 Уровень шума в производственных помещениях .....	83
4.2.5 Правила устройства электропроводки в производственных помещениях .....	84
4.2.6 Правила пожарной безопасности в производственных помещениях .....	84
5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	86
5.1 Организационный раздел .....	86
5.2 Экономический раздел .....	88
5.2.1 Сметы затрат выпускной квалификационной работы .....	88
5.2.2 Оценка коммерческой состоятельности работы .....	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	97
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	98

ПРИЛОЖЕНИЯ:

ПРИЛОЖЕНИЕ А СПЕЦИФИКАЦИИ

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях автомобиль является эффективным транспортным средством, обеспечивающим удобство передвижения, перевозку пассажиров, своевременную доставку грузов к потребителю. Публичное акционерное общество "АВТОВАЗ" является уникальным предприятием, это крупнейший производитель Альянса «Renault-Nissan-Mitsubishi» в России. Входящий в состав альянса «Renault-Nissan-Mitsubishi», завод в г. Тольятти, представляет собой крупнейший автозавод который выпускает по полному циклу автомобили под четырьмя брендами («Datsun», «LADA», «Nissan» и «Renault»). Реализацией автомобилей марки «LADA» занимается 300 официальных дилеров во всех субъектах Российской Федерации. Экспортные поставки осуществляются в 30 стран по всему миру. Модельный ряд «LADA» представлен четырьмя семействами переднеприводных автомобилей: «LADA Vesta» (седан, универсал). «LADA XRAY» (компактный кроссовер). «LADA Largus» (пяти и семиместный универсал). «LADA Granta» (седан, лифтбек). И одной полноприводной моделью «LADA 4x4» (трехдверный универсал, пятидверный универсал). Наибольшим спросом пользуются автомобили с переднеприводной компоновкой, в 2017 году было продано 238747 таких автомобилей, полноприводных автомобилей было продано 27467 штук. Основными конкурентами для переднеприводных моделей «Лада» являются автомобили зарубежных марок такие как: «Киа Рио» (96689 проданных автомобилей за 2017 год), «Хендэ Солярис» (68614 проданных автомобилей за 2017 год), «Тойота Королла» (4384 проданных автомобилей за 2017 год), «Фольксваген Поло», «Шкода Рапид». Автомобили, указанные пятью последними, являются лидерами рынка продаж, благодаря своей технологичности, высокому качеству сборки, лучшим техническим характеристикам. Для поддержания высокого уровня спроса и привлечения новых клиентов ПАО "АВТОВАЗ", необходимо модернизировать свои автомобили, так, например, «Киа Рио», «Хендэ Солярис» и «Тойота Королла» оснащаются шестиступенчатыми механическими коробками передач, примерно с 2010-2011 года, что позволило улучшить тягово-скоростные характеристики и повысить топливную экономичность. В свою очередь переднеприводные модели «Лада» до сих пор оснащаются пятиступенчатыми механическими коробками передач. Рост количества передач КПП обусловлен рядом причин, прежде всего это расширение диапазона передаточных чисел трансмиссии для обеспечения движения автомобиля с как можно более высокой кинематической (расчетной) скоростью на высшей передаче. Последнее при достаточно высокой удельной мощности позволяет уменьшить количество рабочих циклов в двигателе, отнесенных к единице пройденного пути, и снизить расход топлива.

В связи с выше изложенным, в данном дипломном проекте разработана конструкция шестиступенчатой механической коробки переключения передач для переднеприводных автомобилей ВАЗ.

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

# 1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КОРОБОК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

## 1.1 Назначение коробок передач

Коробка переключения передач или как её еще называют коробка перемены передач или коробка скоростей, а сокращенно КПП, предназначена для изменения величины, направления, передачи и прерывания передачи вращающего момента от двигателя к другим элементам трансмиссии или непосредственно к движителю. Наличие коробки переключения передач на автомобилях обуславливается необходимостью расширения диапазона крутящего момента передаваемого двигателем внутреннего сгорания, для преодоления сил сопротивления движению транспортного средства, изменяющихся в значительно большем диапазоне, чем может обеспечить сам двигатель, при повышении внешних сил сопротивления движению крутящий момент возрастает до определенного значения, после чего уменьшается.

## 1.2 Требования к коробкам переключения передач

Таким образом, обеспечение характеристик предусмотренных тягово-динамическим расчетом транспортного средства; включение передач должно происходить без посторонних шумов и при этом быстро; переключения передач должны быть удобными для водителя за счет приложения малых усилий к рычагу КПП, ходы рычага КПП должны быть небольшими;. Необходимо предусмотреть возможность установки вала отбора мощности для КПП грузовых автомобилей.

## 1.3 Классификация коробок переключения передач

Коробки переключения передач транспортных средств классифицируются следующим образом:

- по числу передач прямого хода (ступеней);
- по особенностям вращения зубчатых колес: вальные, планетарные, полупланетарные и специальные;
- взаимному расположению ведущего и ведомого валов: соосные и несоосные;
- числу валов: двухвальные, трехвальные, многовальные;
- числу водил: с одним, двумя, несколькими;
- числу параллельных потоков мощности;
- способу переключения передач. [2]

### 1.3.1 Планетарные коробки переключения передач

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

В настоящее время коробки переключения передач с планетарными зубчатыми колесами применяются в автомобилестроении в гидромеханических коробках. Достоинствами данных коробок являются: компактность конструкций, меньшая шумность и металлоемкость чем у вальных коробок передач, большой срок службы, а так же за счет использования гидротрансформатора уменьшаются ударные нагрузки на двигатель, передающиеся от колеса автомобиля через элементы трансмиссии, что увеличивает его срок службы. Благодаря использованию планетарных механизмов возможно распределение потока мощности. Недостатками гидромеханических трансмиссий являются: сложность конструкции, высокая стоимость, повышенный расход топлива и пониженный КПД. Однако, удобство использования (отсутствие необходимости выбора и включения передач) обеспечивает высокий спрос на автомобили с данными коробками передач. На рисунке 1.1 приведена одна из современных гидромеханических трансмиссий с восьмью передачами, дочерней компании «Тойота» «Айсин» модель «AA80E», устанавливаемая на автомобили «Лексус» и «Тойота» с объемами двигателя от трех с половиной до шести литров.

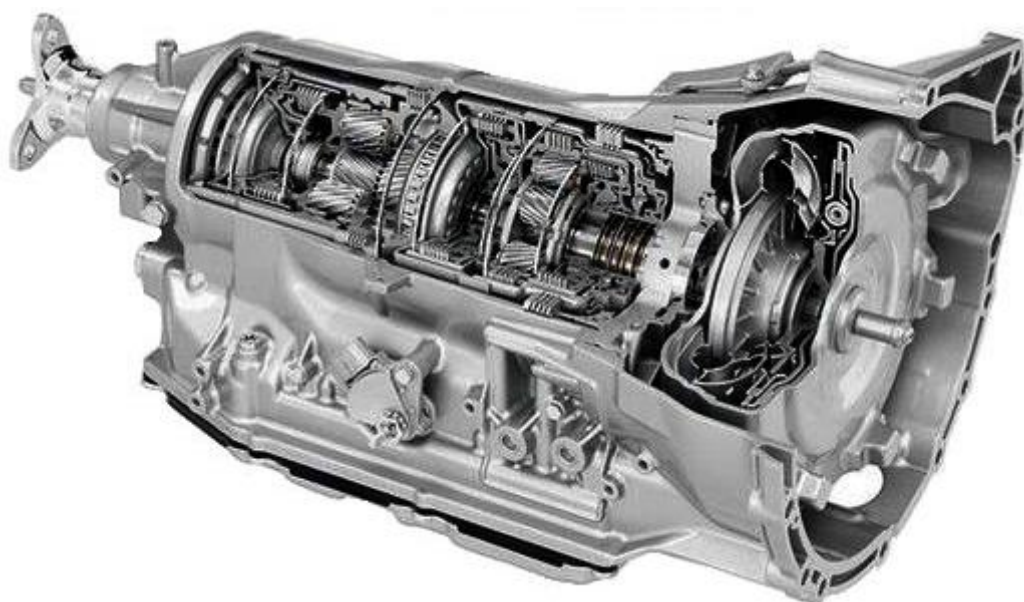


Рисунок 1.1 – Восьмиступенчатая гидромеханическая планетарная трансмиссия «Айсин AA80E»

### 1.3.2 Вальные коробки переключения передач

Обособленной коробкой передач среди вальных коробок является преселективная коробка передач «DSG» разработанная немецким концерном «Volkswagen». Приведена на рисунке 1.2. Дословно DSG с немецкого переводится как: «коробка прямого включения передач».

сочетающей в себе характеристики как АКПП, так и механики. Процесс переключения передач и включения/выключения сцепления происходит автоматически. Особенность конструкции «DSG» заключается в том, что у нее

присутствует два первичных и два вторичных вала. Каждый вторичный вал находится в зацеплении с соответствующему ему первичному. Причем на одной паре валов расположены шестерни четных передач, а на другой — нечетных. Первичный вал с четными передачами выполнен полым и в нутрии него расположен первичный вал нечетных передач. Каждый вал соединен со «своим» сцеплением.

Переключение передач происходит следующим образом: движение автомобиля начинается на первой передаче, но вторая передача уже находится в «боевой готовности», то есть ее шестерни уже находятся в зацеплении. Как только поступит команда о переключении на вторую передачу, нечетное сцепление разомкнется, а четное замкнется. При этом третья передача уже включается на нечетном ряду, чтобы начать работу сразу же после размыкания четного сцепления. Переключение передач осуществляется при помощи синхронизаторов. [3]

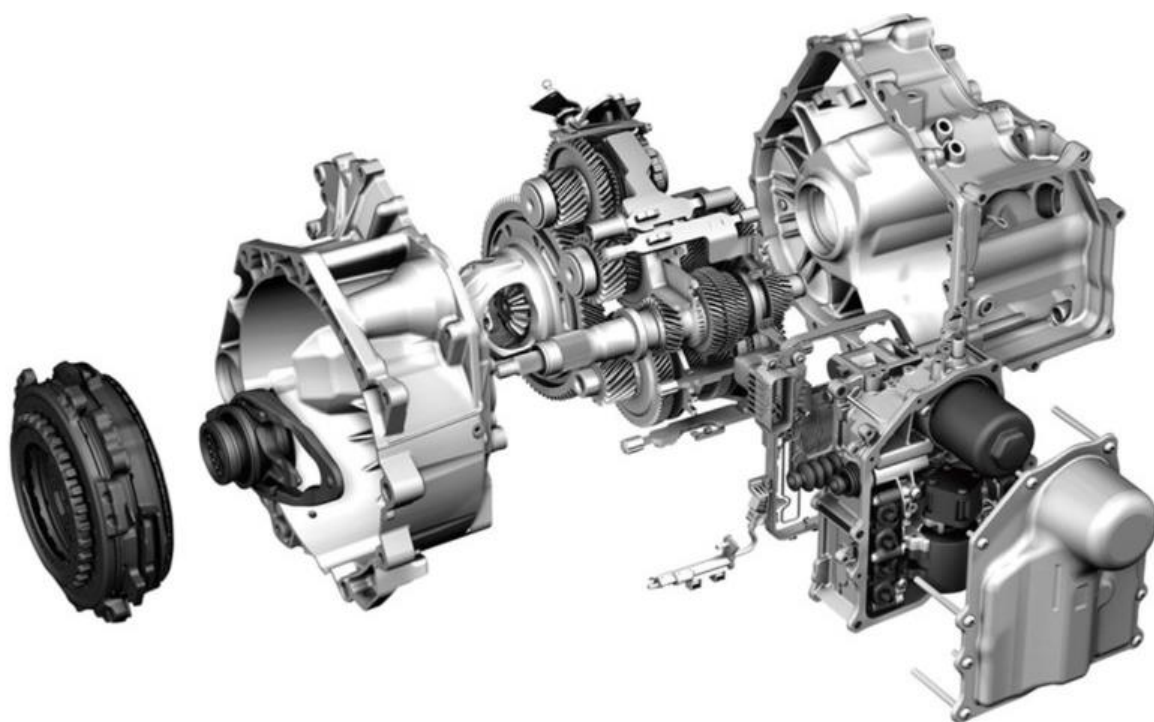


Рисунок 1.2 – Преселективная коробка передач DSG

Трех вальные коробки передач. Трех вальные коробки передач получили широкое применение в автомобилях с ведущим задним мостом, одним из самых известных примеров в России можно считать коробку переключения передач заднеприводных автомобилей ВАЗ. В трехвальной коробке рисунок 1.3 одна из передач образуется в результате непосредственного соединения соосных ведущего (первичного) и ведомого (вторичного)

Данная конструктивная особенность трехвальных коробок позволяет получить относительно большое передаточное число, что необходимо для первой передачи. Схемы соосных трехвальных коробок передач различаются лишь по схеме и принципу включения первой передачи и передачи заднего хода. [4].



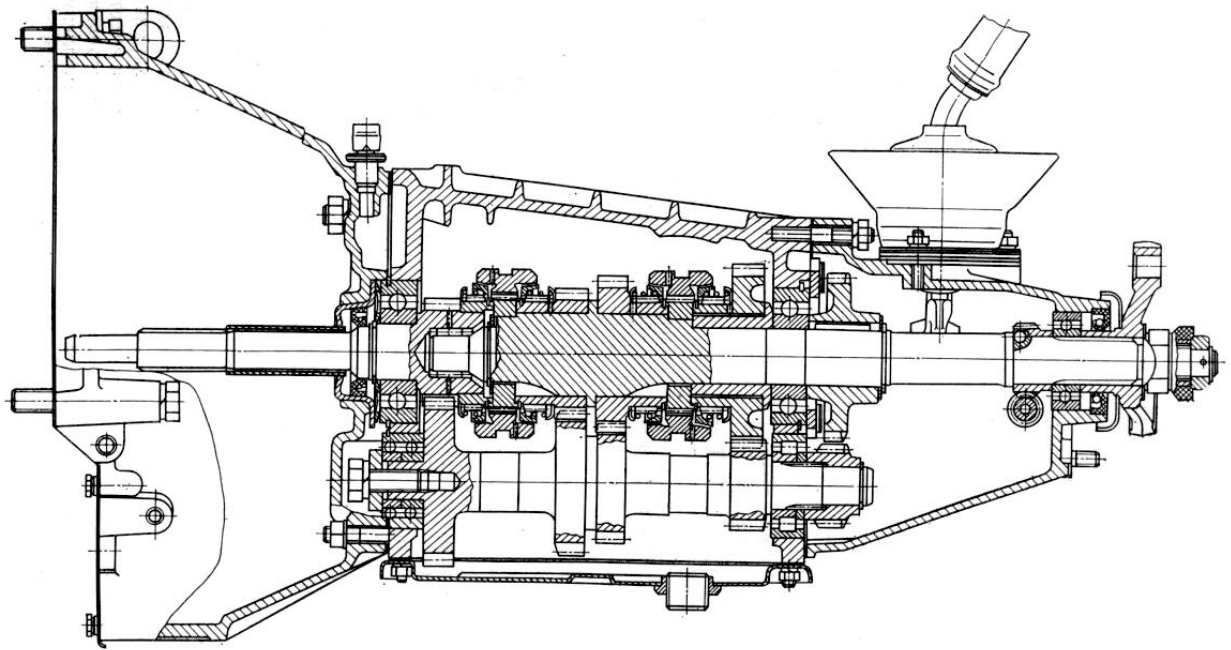


Рисунок 1.3 – Конструкция трехвальной коробки передач ВАЗ

Двухвальные автоматические. В вальной АКПП все передачи не зависят друг от друга. На рисунке 1.4 представлена автоматическая двухвальная коробка передач концерна «Хонда». Данной АКПП комплектуются автомобили с переднеприводной компоновкой, в которой двигатель расположен поперечно.

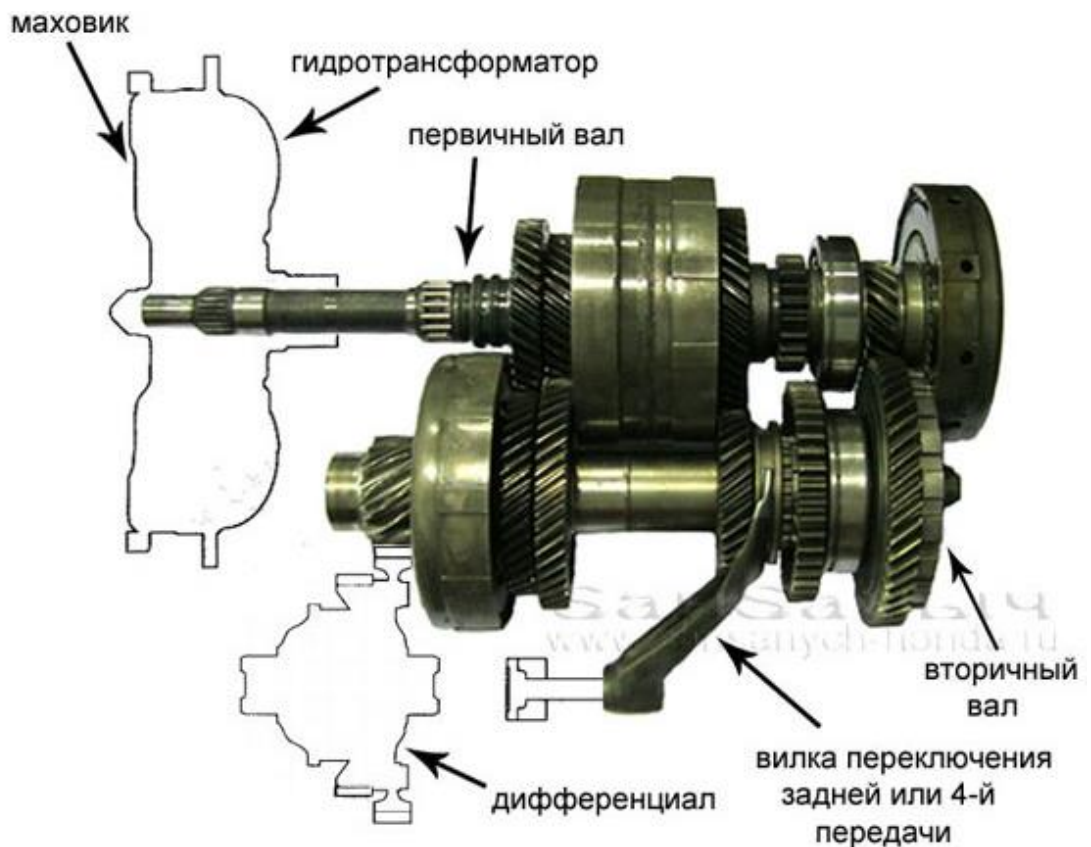


Рисунок 1.4 – Устройство механической части вальной АКПП «Хонда»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР

Лист

10

Данный тип КПП применяется в основном в легковых автомобилях. В таких коробках передач ведомый вал выполняют вместе с шестерней главной передачи. В зависимости от того продольно или поперечно расположен двигатель шестерня главной передачи на вторичном валу КПП выполняется гипоидной или конической. Так при продольном расположении двигателя шестерня коническая, при поперечном цилиндрическая.

Преимуществами двухвальной КПП являются: простота конструкции, меньшая масса по сравнению с трехвальной коробкой, высокий КПД на промежуточных передачах, за счет того что в передаче крутящего момента участвует только одна пара шестерен. Однако в конструкции двухвальной коробки передач отсутствует прямая передача, поэтому максимальный коэффициент полезного действия на высшей передаче ниже, чем у трехвальной КПП. Максимальное передаточное число одной зубчатой пары коробки передач не должно превышать некоторого предела, близкого к 4, превышение которого приводит к увеличению габаритов и повышению уровня шума. Это ограничивает область применения двухвальных коробок передач только легковыми автомобилями малого класса. Если двигатели с такими коробками устанавливаются поперечно в передней части автомобиля, то для конструкторов двухвальных коробок передач увеличение числа передач, а, следовательно, и числа пар шестерен, представляет определенные трудности. Основными и самыми известными примерами конструкций при продольном расположении двигателя и соответственно продольном расположении двухвальной коробки передач являются автомобили марок импортного производства «Субару», «Ауди», и отечественного автомобиля «Москвич-2141». Конструкция КПП приведена на рисунке 1.5. Достоинствами такой компоновки являются отсутствие жестких ограничений по длине КПП, более равномерное распределение веса вдоль продольной оси автомобиля, что положительно сказывается на отзывчивости рулевого управления и проходимости автомобиля.

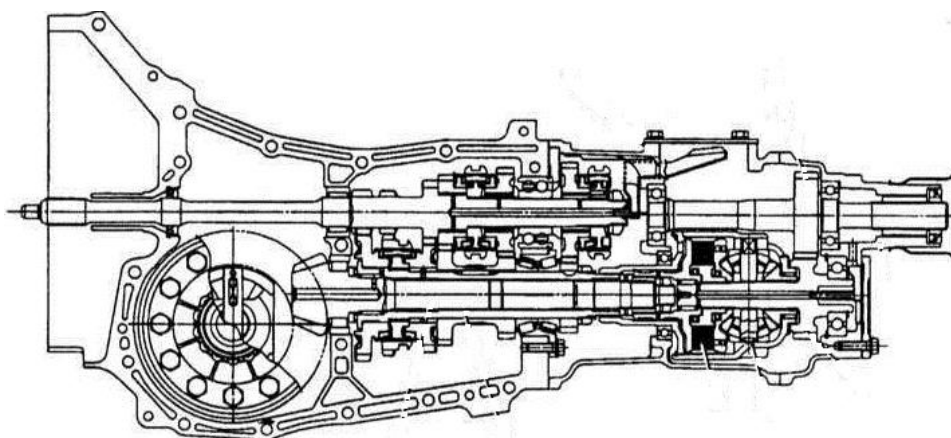


Рисунок 1.5 – Конструкция продольной двухвальной КПП

Двухвальными коробками передач при поперечном расположении двигателя оснащается большая часть автомобилей, производимых на сегодняшний день, при

чем данная схема применима для широкого спектра автомобилей, от малолитражных хэтчбэков до полноразмерных кроссоверов. При расположении двигателя и коробки передач поперечно возникают ограничения по ширине КПП, определяющиеся расстоянием между силовыми элементами кузова (лонжеронами при несущем кузове) или рамы автомобиля. Однако такие преимущества как возможность уменьшить центральный тоннель для увеличения пространства в салоне, отсутствие необходимости в дополнительной задней опоре КПП, возможность разместить ДВС над передней осью автомобиля, более широкие возможности унификации склоняют производителей использовать именно этот тип компоновки агрегатов.

Схемы двухвальных поперечно расположенных коробок переключения передач имеют практически одинаковую конструкцию. Ведомый вал представляет собой вал шестерню, с цилиндрической ведущей шестерней главной передач. Практически все зубчатые колеса имеют постоянное зацепление, передвижная шестерня применяется только в блоке передачи заднего хода. На рисунке 1.6 изображен типовой вариант расположения передач прямого хода и их синхронизаторов и передачи заднего хода. Синхронизатор первой-второй передач устанавливается на ведомом валу; его установка на ведущем валу затруднена, из-за того что ведущая шестерня первой передачи имеет малый диаметр. Для уменьшения приведенного момента инерции синхронизатор высших передач иногда устанавливается на входном валу. Конструкция корпуса КПП в редукторной части должна быть жесткой. Обычно картер изготавливается цельнолитым, при этом для придания дополнительной жесткости конструкции отливка имеет ребра жесткости и местные утолщения. При конструировании корпуса, так же необходимо учесть, что отверстия под подшипники в задней и передней стенках картера должны быть такого размера, чтобы между отверстиями в стенках оставались перемычки достаточного размера для обеспечения необходимой жесткости. Кроме того, на жесткость конструкции в сборе влияет степень затяжки болтов крепления крышки, в которую монтируется механизм переключения передач. Разборный картер применяют только в случаях, когда это требуется по условиям сборки. [5]

Для наглядности на рисунке 1.7 показано общее устройство пятиступенчатой механической двухвальной коробки переключения передач «Фольксваген 02Т», применяемой при переднеприводной компоновке автомобилей, с двигателем, установленным поперечно. Шестерни первичного и вторичного валов выполнены косозубыми и находятся в постоянном зацеплении. Шестерни-каретки установлены на игольчатых подшипниках, вследствие чего достигается высокая плавность хода. Прямозубыми шестернями являются только шестерни передачи заднего хода. Синхронизатор первой и второй установлен на первичном валу, так же как и синхронизатор пятой передачи, синхронизатор третьей и четвертой расположен на вторичном валу. На отдельной оси между первичным и вторичным валами имеется промежуточная шестерня заднего хода, которая изменяет

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

направление вращения вторичного вала, что в свою очередь обеспечивает возможность движения автомобиля задним ходом.

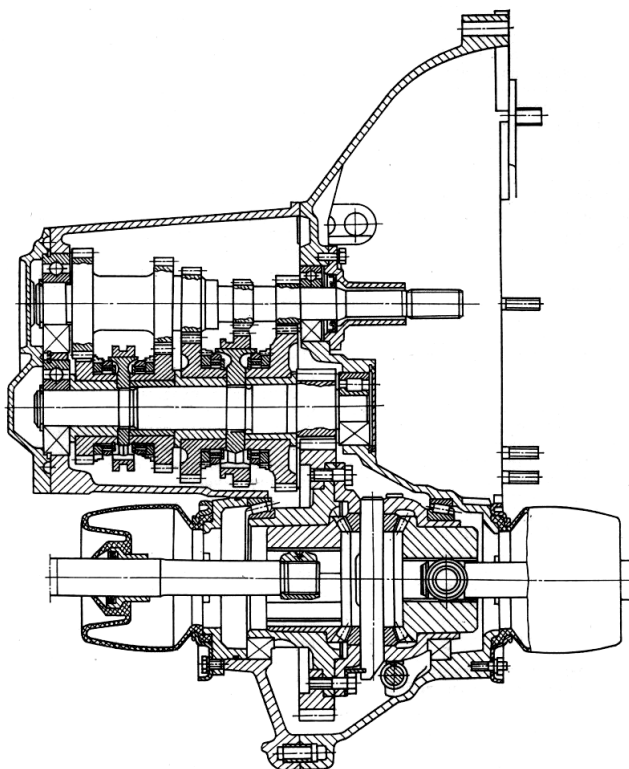


Рисунок 1.6 – конструкция КПП переднеприводного автомобиля с поперечным расположением ДВС

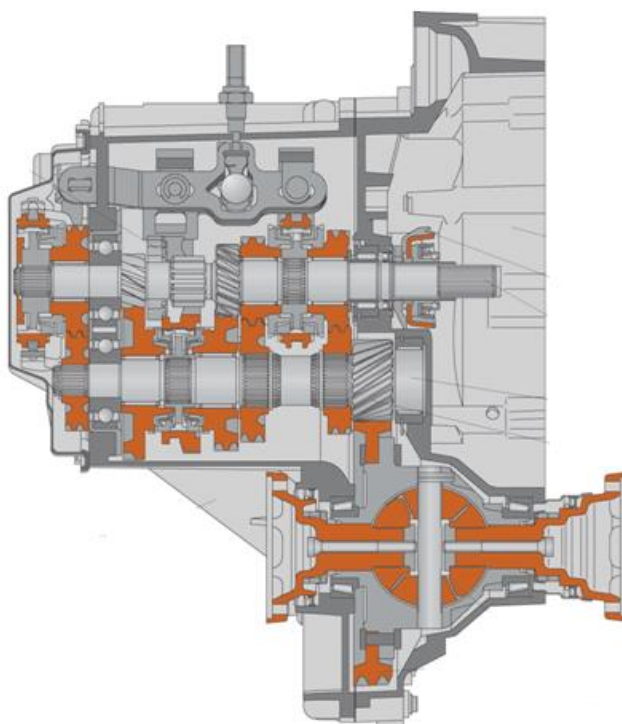


Рисунок 1.7 – устройство КПП «Фольксваген 02Т»

1.4 Выбор и обоснование конструктивных изменений при модернизации коробки переключения передач

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР

Лист

13

Суть модернизации – добавление шестой повышающей передачи в КПП переднеприводных автомобилей ВАЗ. Переднеприводная компоновка считается более прогрессивной нежели классическая заднеприводная. На сегодняшний день, большинство производящихся автомобилей имеют именно переднеприводную компоновку, автопроизводители отдают свое предпочтение ей, из-за ряда преимуществ таких как: более дешевое производство, из-за меньшего числа деталей, участвующих в передаче вращающего момента, отсутствия тоннеля в полу, необходимого для размещения кардана, отнимающего пространства в салоне и других преимуществ.

Первой моделью Волжского Автомобильного Завода (ВАЗ) с переднеприводной компоновкой был ВАЗ-2108, производство, которого началось в 1984 году. Коробка передач ВАЗ-2108 производится с 1984 года является четырехступенчатой двухвальной КПП, расположенной поперечно, конструкция приведена на рисунке 1.8 с передаточными числами I – 3,636; II–1,95; III–1,357; IV– 0,941; задний ход – 3,5; главная передача – 4,13. Зубчатые колеса являются цилиндрическими и косозубыми, находящимися в постоянном зацеплении, за исключением шестерен заднего хода, которые выполнены прямозубыми.

Позднее, с целью снижения расхода топлива, оптимизации оборотов двигателя на высшей передаче, повышения максимальной скорости была произведена модернизация коробки, представляющая собой добавление пятой передачи с передаточным числом V 0,784, конструкция которой приведена на рисунке 1.9. Для установки пятой передачи завод изготовитель заменил заднюю крышку, первичный и вторичный валы (удлинил задние части и добавил шлицы, для установки муфты синхронизатора), но при этом, был сохранен картер передач. Шестерни пятой передачи установлены консольно, вне картера с передачами с первой по четвертую. Из-за размещения шестерен вне картера передач, нарушаются условия смазки зацепления – отсутствует масляный туман. Так же, консольное размещение неблагоприятно воздействует на задние опоры валов. Данные недостатки приводят к появлению гула, вибраций, а, следовательно, и более быстрому выходу из строя пятой передачи.

С началом выпуска автомобиля ВАЗ-2110 в 1995 году, с агрегатами, конструктивно схожими с моделью автомобиля 2108, была произведена модернизация КПП «восьмерки», путем замены вторичного вала на полый со съемной ведущей шестерней главной передачи, предусматривающий установку шестерен вторичного вала на подшипники скольжения, для снижения шума, на рисунке 1.10 приведена конструкционная схема. Внутри вторичного вала КПП 2110 имеется проточка для подачи смазки к подшипникам скольжения шестерен. Из-за разницы посадочных отверстий и принципиально других подшипников комплекты шестерен невзаимозаменяемые и продаются совместно с валом. Недостатками в данной модификации коробки передач является распространенная поломка – излом вторичного вала в месте установки шестерни главной передачи, а так же ни куда не делись шум, вибрация и быстрый износ

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

шестерен пятой передачи, вызванные консольным креплением. Кроме того, из-за особенностей работы подшипников скольжения (необходимость наличия масляного клина) ухудшились эксплуатационные свойства в районах с низкой зимней температурой, когда масло в КПП сгущается.

В 2008 году началось производство автомобилей ВАЗ-2170 или «Приора», эта модель представляет собой модернизированный автомобиль ВАЗ-2110. Коробка переключения передач так же подверглась изменениям, был заменен вторичный вал, теперь ведущая шестерня выполнена заодно с вторичным валом.

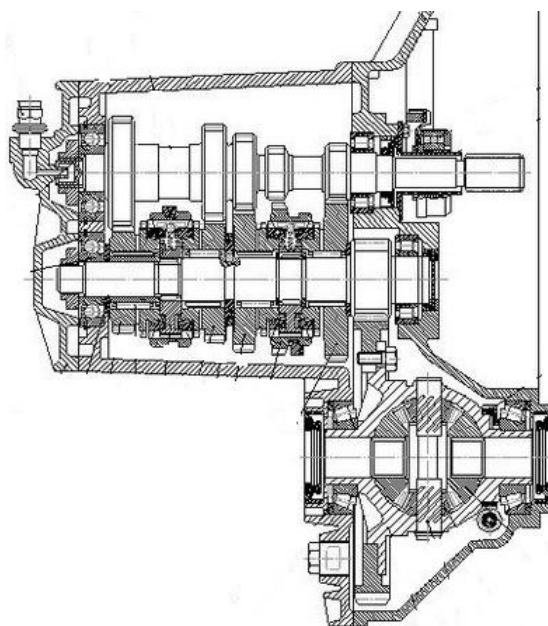


Рисунок 1.8 – Конструкция четырехступенчатой КПП ВАЗ-2108

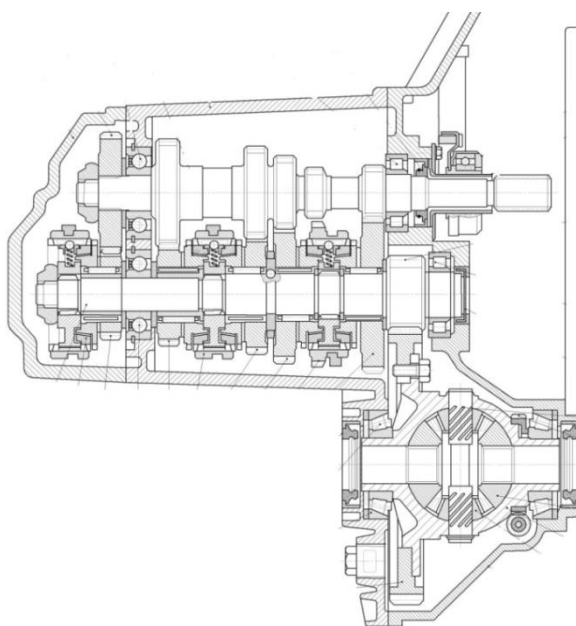


Рисунок 1.9 – Конструкция пятиступенчатой КПП ВАЗ-2108

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15



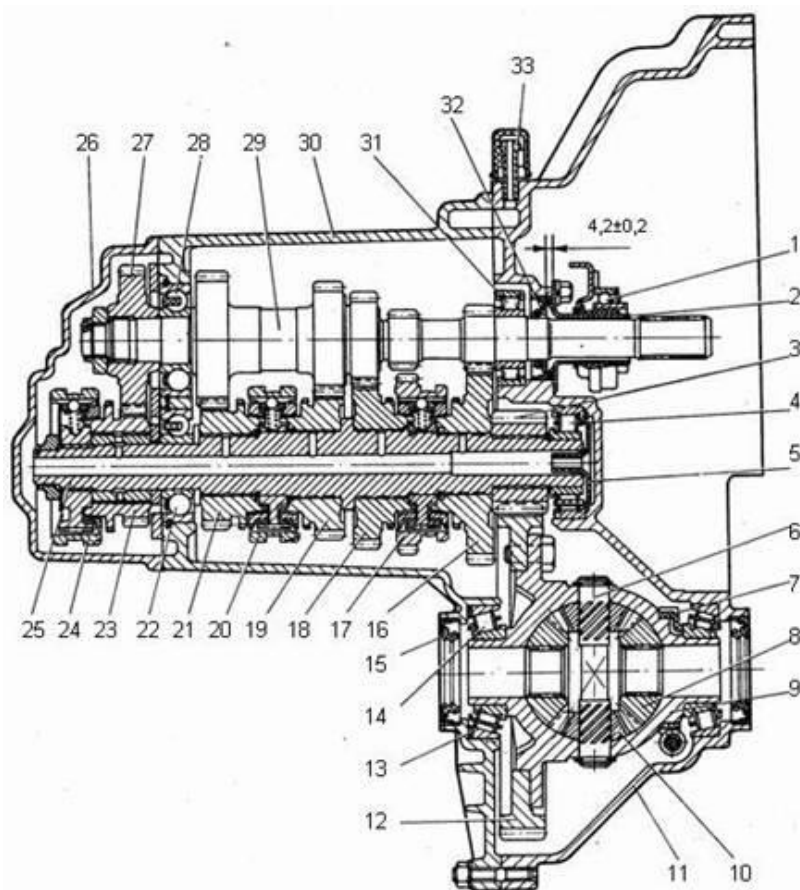


Рисунок 1.10 – Конструкция КПП ВАЗ-2110

Как видно из выше перечисленного, инженеры и конструкторы Тольятинского автозавода стараются модернизировать КПП ВАЗ-2108 образца 1984 под современные требования и стандарты. Однако, на сегодняшний день заметна тенденция, представляющая собой установку шестиступенчатых коробок передач на легковые автомобили. Данная тенденция вызвана тем, что возросли эксплуатационные скорости автомобилей, а так же необходимостью снижения расхода топлива и оптимизацией оборотов коленчатого вала для повышения акустического комфорта. В качестве примера компактных автомобилей оснащенных шестиступенчатой коробкой переключения передач можно привести следующие распространенные и популярные автомобили известных мировых брендов: «Тойота Королла», «Киа Рио», «Хендэ Солярис», «Мазда 3», «Хонда Сивик», «Фольксваген Гольф», все эти автомобили стали оснащаться шестиступенчатыми трансмиссиями с 2011-2012 года, кроме того будучи лидерами продаж, они диктуют тенденции развития автомобилей, а именно уровень комфорта, динамики, расхода топлива, стоимости, надежности.

Усовершенствование КПП путем добавления передачи в поперечно устанавливаемую трансмиссию усложняется тем, что необходимо соблюсти внешние геометрические параметры таким образом, что бы была возможность установить модернизированную трансмиссию в кузов, не подвергая его изменениям.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР

Лист

16

В качестве автомобиля прототипа будет использована модель «Приора» (ВАЗ-2170), данная модель была выбрана по причине того, что это достаточно современный автомобиль, выпуск которого был начат в 2008 году, а остановлен в 2018, кроме того имеющий большую унификацию с ныне выпускаемыми переднеприводными автомобилями марки ВАЗ: «Гранта», «Веста», «Ларгус», «Икс-рэй». При этом расстояние между силовыми элементами передней части кузова, а именно лонжеронами передними, между которыми устанавливается силовой агрегат и трансмиссия, меньше чем у автомобилей, перечисленных выше, рисунок 1.11. А это означает, что если будут выполнены условия для установки шестиступенчатой КПП в автомобиль ВАЗ-2170, то и в ныне выпускаемые автомобили данная коробка подойдет по габаритам. Кроме того, благодаря большой унификации «Приоры» с остальными моделями автомобилей ВАЗ, в том числе и снятых с производства, особенно с моделями ВАЗ 2110-2112, у потребителей будет возможность при желании самостоятельно доукомплектовать свою трансмиссию шестой передачей, приобретя комплект соответствующих запасных частей или агрегат в сборе.

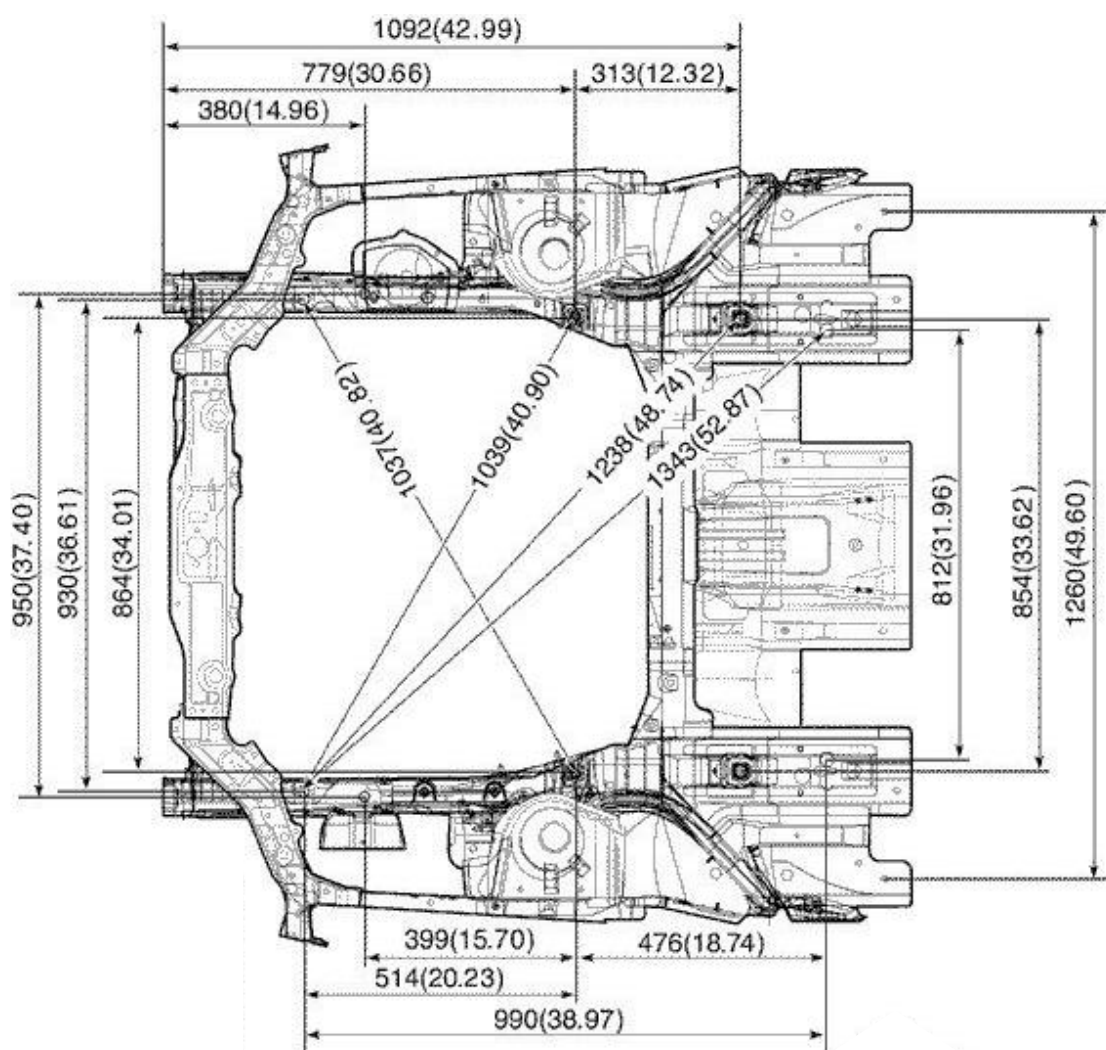


Рисунок 1.11 – Геометрические размеры силовых элементов ВАЗ-2170



Для повышения унификации, снижения себестоимости, уменьшения номенклатуры, упрощения производства при проектировании шестиступенчатой коробки переключения передач, с добавлением повышающей передачи, в качестве прототипа будет использовано как можно больше деталей уже находящихся в производстве, а так же для упрощения технологической части новые детали будут выполнены по подобию уже имеющихся в производстве.

Кроме добавления повышающей шестой передачи необходимо устранить ряд конструктивных недостатков, связанных, прежде всего с размещением вне картера шестерен пятой передачи.

В данной выпускной квалификационной работе предлагается следующая конструкция:

- картер сцепления не подвергать изменениям, так как нареканий к нему нет;
- заменить картер передач, увеличив его длину, для размещения в нем, шестерен пятой и шестой передачи. Данная замена благоприятно скажется на работе зацепления в пятой и шестой передачах. За счет нахождения всех шестерен в едином рабочем пространстве улучшается смазывание зацепления с помощью масляного тумана, упрощается контроль за уровнем масла, кроме того при размещении шестерен внутри одного корпуса автоматически устраняются проблемы, связанные с консольным размещением шестерен повышающих передач;

- заменить первичный вал. Замена первичного вала необходима для его установки в новый, удлиненный картер передач, а так же для того что бы он представлял собой единую деталь вал-шестерню, как это было в четырех ступенчатой КПП ВАЗ-2108, что позволит снизить риск возникновения поломок, связанных с износом подшипника ведущих шестерен повышающих передач;

- заменить вторичный вал. Замена вторичного вала необходима для его установки в новый, удлиненный картер передач. Вторичный вал предлагается использовать с установкой ведомых шестерен на игольчатых подшипниках. Использование игольчатых подшипников позволит избежать риска задиров и поломок подшипников скольжения, связанных с недостаточным давлением масла, повышенной вязкостью при начале движения в низкотемпературное время года;

- использовать заднюю крышку от четырехступенчатой КПП ВАЗ-2108;
- блок заднего хода изменениям не подвергать;
- устанавливать уже изготавливаемые ведомые шестерни с первой по пятую передачу, что позволит снизить затраты на производство;

- ведомую шестерню шестой передачи изготовить по аналогии с уже производимыми заводом ВАЗ шестернями повышающих передач;

- применять синхронизатор для шестой передачи, изготовленный по подобию с иными синхронизаторами;

- для выполнения условий сборки необходимо изготовить втулку для установки игольчатого подшипника ведомой шестерни пятой передачи.

Кинематическая схема, предлагаемой конструкции приведена на рисунке 1.12, обозначения позиций на кинематической схеме сведены в таблицу 1.1

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

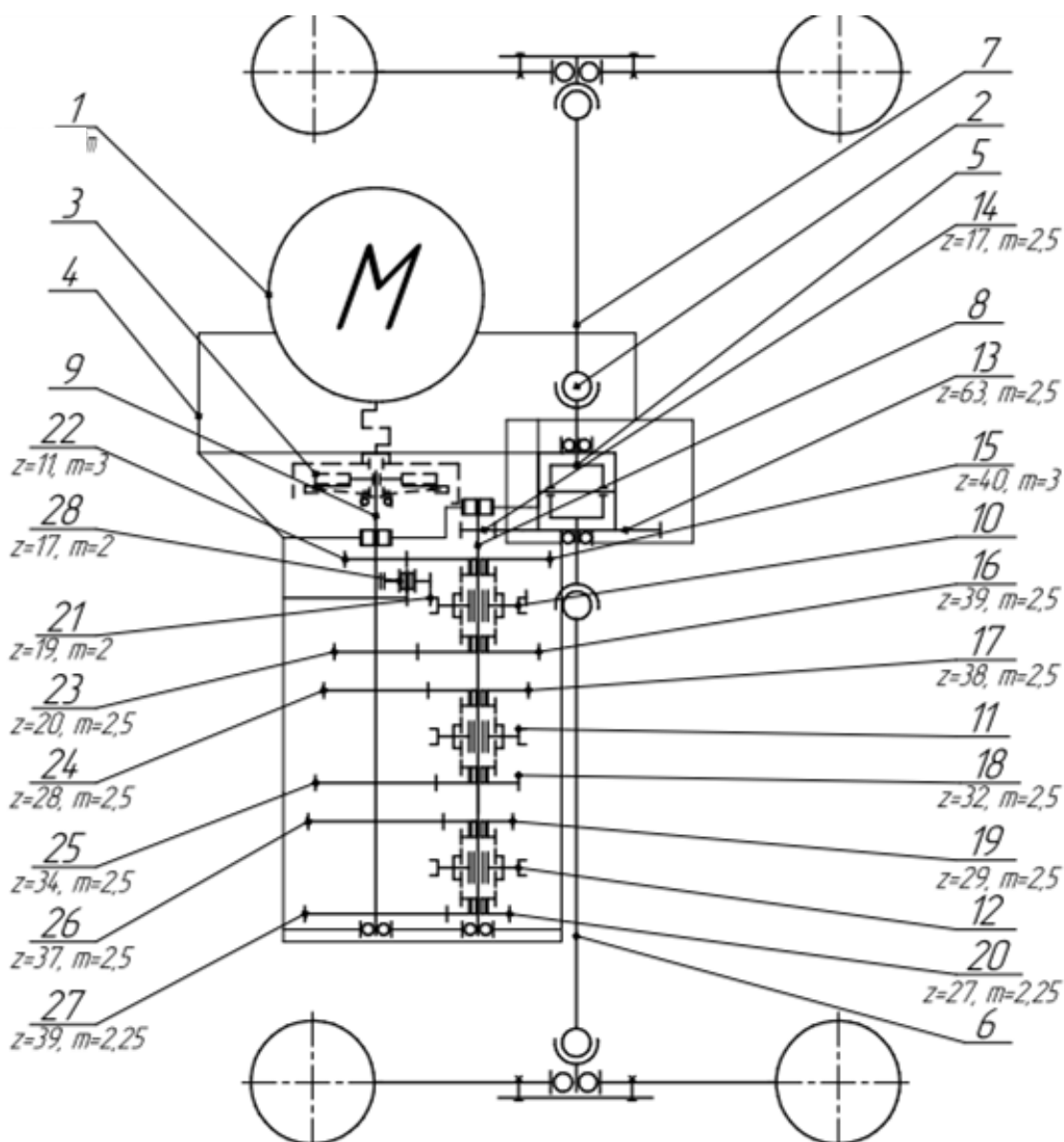


Рисунок 1.12 – Кинематическая схема предлагаемой конструкции

Позиции на кинематической схеме: 1 – двигатель; 2 – шарнир карданный; 3 – муфта сцепления; 4 – коробка перемены передач; 5 – дифференциал; 6 – полуось левая; 7 – полуось правая; 8 – вал ведомый; 9 – вал ведущий; 10 – синхронизатор первой и второй передачи; 11 – синхронизатор третьей и четвертой передачи; 12 – синхронизатор пятой и шестой передачи; 13 – колесо зубчатое главной передачи ведомое; 14 – шестерня главной передачи ведущая; 15 – колесо зубчатое первой передачи ведомое; 16 – колесо зубчатое второй передачи ведомое; 17 – колесо зубчатое третьей передачи ведомое; 18 – шестерня четвертой передачи ведомая; 19 – шестерня пятой передачи ведомая; 20 – шестерня шестой передачи ведомая; 21 – колесо зубчатое заднего хода ведомое; 22 – шестерня первой передачи ведущая; 23 – шестерня второй передачи ведущая; 24 – шестерня третьей передачи ведущая; 25 – колесо зубчатое четвертой передачи ведущее; 26 – колесо зубчатое пятой передачи ведущее; 27 – колесо зубчатое шестой передачи ведущее; 28 – шестерня заднего хода ведущая.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР

Лист

19

## Вывод по разделу 1

В данном разделе указаны требования к коробкам переключения передач, представлена классификация коробок переключения передач по конструкции. Произведен выбор и обоснование внесения конструктивных изменений при модернизации рассматриваемой КПП, произведен анализ конструкций существующих коробок переключения передач переднеприводных автомобилей ВАЗ, обоснован выбор автомобиля прототипа, приведена предлагаемая кинематическая схема шестиступенчатой КПП.

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШЕСТИСТУПЕНЧАТОЙ КОРОБКИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЯ ВА3

### 2.1 Исходные данные

Как было указано выше, в качестве автомобиля прототипа для проектирования шести ступенчатой коробки переключения передач для переднеприводных автомобилей ВАЗ был выбран автомобиль ВАЗ-2170 или «Приора», габаритные размеры и варианты конструкции кузовов приведены на рисунке 2.1, рисунке 2.2. Не смотря на разнообразие типов кузовов, технические характеристики одинаковы для каждого из них:

– двигатель внутреннего сгорания (далее по тексту ДВС), 4-х цилиндровый, рядный, расположенный поперечно, модель – 21126. Технические характеристики ДВС: рабочий объем – 1597; число клапанов на цилиндр – 4; максимальная мощность, 72 кВт;

– масса снаряженного автомобиля  $m_0 = 1088$  кг .

– максимальная скорость автомобиля не менее  $V_{\max} = 183$  км/ч.

– трансмиссия механическая, пяти ступенчатая, двух вальная, с постоянным зацеплением шестерен, синхронизаторами, с переднеприводной компоновкой. Передаточные числа каждой передачи: I – 3,636; II–1,95; III–1,357; IV– 0,941; V– 0,784; задний ход – 3,5; главная передача – 3,7. Сцепление – однодисковое, сухое, с диафрагменной нажимной пружиной. Привод выключения сцепления – тросовый, с механизмом автоматической компенсации износа накладок ведомого диска. Число пар поверхностей трения  $z_f = 2$ . Коэффициент трения фрикционной накладки по металлу  $\mu = 0,3$ ; КПД трансмиссии  $\eta_{\text{тр}} = 0,92$ . Удельная массовая теплоемкость чугуна  $c = 481,5$  Дж/(кг °С). Доля теплоты, приходящаяся на рассчитываемую деталь  $\gamma = 0,5$ ; Коэффициент сопротивления движению  $\psi = 0,014$ ;

Изображение силовой установки приведено на рисунке 2.3, подкапотного пространства, на рисунке 2.4.

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

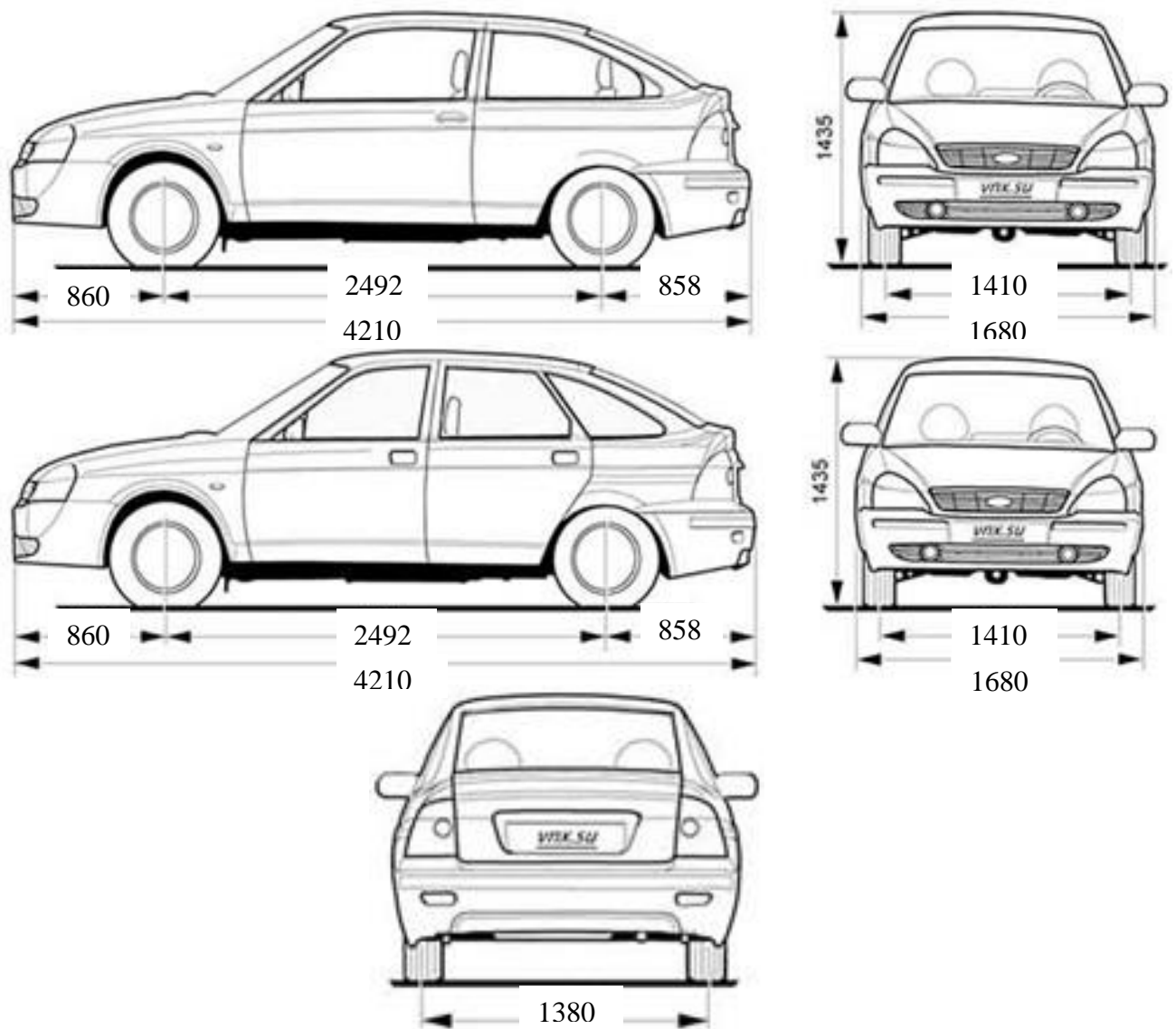


Рисунок 2.1 – Изображения автомобиля «Лада Приора» с указанными внешними габаритными размерами кузова (купе, хэтчбэк) и параметрами колеи и колесной базы

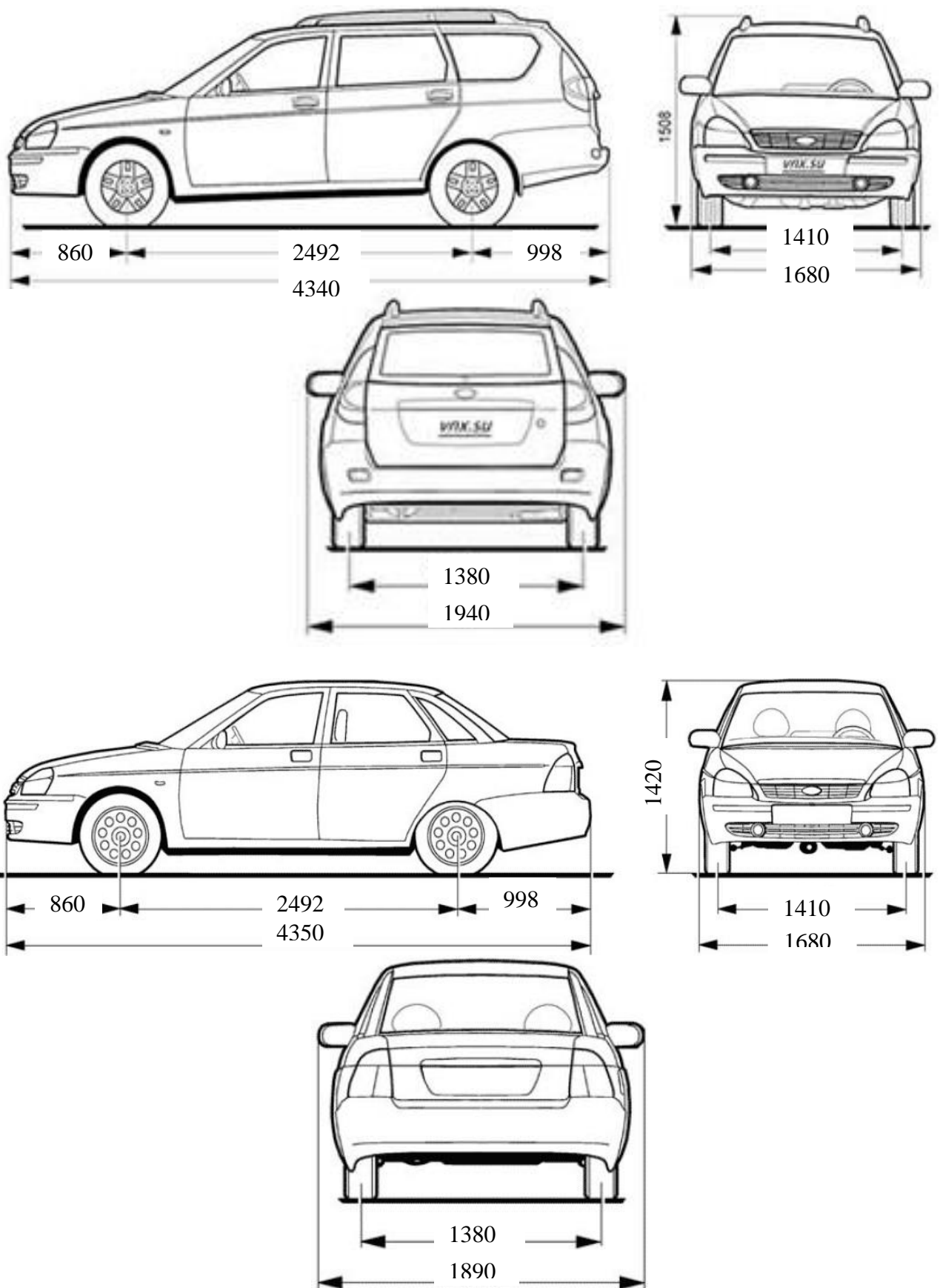


Рисунок 2.2 – Изображения автомобиля «Лада Приора» с указанными внешними габаритными размерами кузова (универсал и седан соответственно) и параметрами колеи и колесной базы

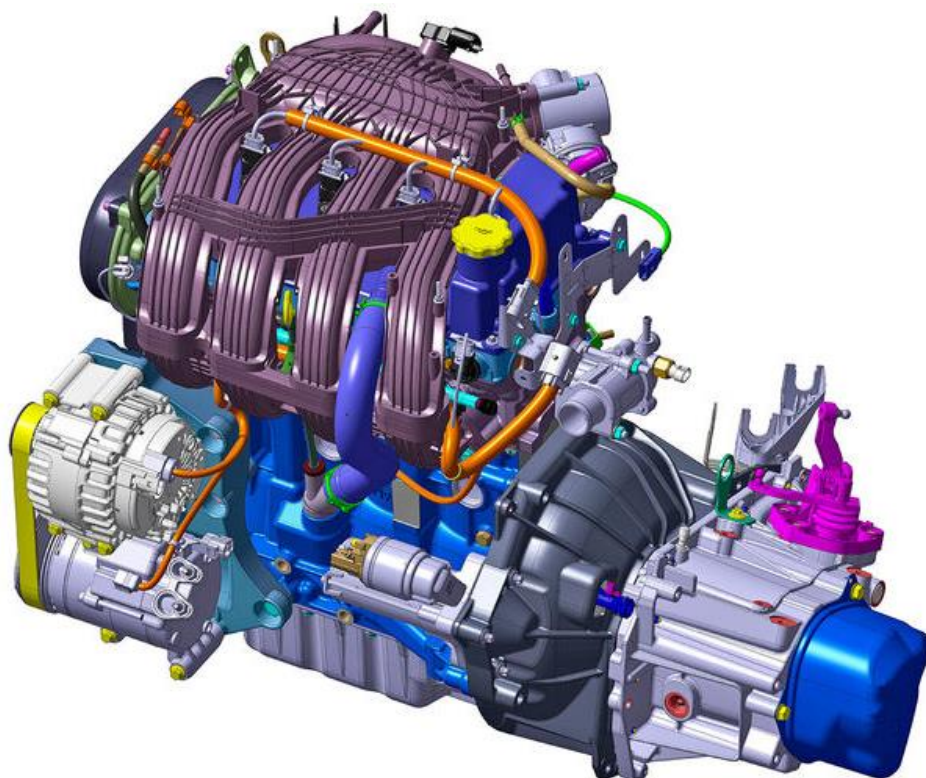


Рисунок 2.3 – Изображение силовой установки выполненной в «3-D» модели автомобиля «Лада Приора»



Рисунок 2.4 – Изображение подкапотного пространства автомобиля «Лада Приора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР



## 2.2 Выбор передаточного отношения добавляемой передачи

Как было указано выше, шестерни с первой по пятую остаются не изменными, их передаточные числа и количества зубьев сведены в таблицу 2.1. В мировой практике автопроизводителей сохранение передаточных чисел при добавлении повышающей передачи, в пример, в таблице 2.2 приведены передаточные числа автомобиля «Киа Рио», для пятиступенчатой (М5СF1) и шестиступенчатой (М6СF1) МКПП.[6]

Таблица 2.2 – Передаточные числа автомобиля «Киа Рио», для пятиступенчатой (М5СF1) и шестиступенчатой (М6СF1) МКПП

Число ступеней	МКПП М5СF1	МКПП М6СF1
1 передача	3,615	3,615
2 передача	1,962	1,955
3 передача	1,37	1,37
4 передача	1,036	1,036
5 передача	0,839	0,839
6 передача	-	0,703
Задняя передача	3,545	3,7
Главная передача	4,059	4,26

Передаточное отношение было выбрано равным 0,69 из условия, что необходимо соблюсти межосевое расстояние  $a_w$ , коробки переключения передач прототипа, равное 80 мм, кроме того, в среднем, разница между пятой и шестой передачей составляет около 0,1. Межосевое расстояние  $a_w$  находится по формуле 2.1. Выходной момент  $T_{\text{ВЫХ}}$  определяется по формуле 2.2 как произведение момента двигателя и передаточного отношения КПП на первой передаче. [1]

$$a_w = k_a \cdot \sqrt[3]{T_{\text{ВЫХ}}} \quad (2.1)$$

где  $k_a = 16,3$

$$T_{\text{ВЫХ}} = T_{\text{ВЫХ}} \cdot i_1 \quad (2.2)$$

$$T_{\text{ВЫХ}} = 145 \times 0,69 = 100,05 \text{ Нм}$$

$$a_w = 16,3 \times \sqrt[3]{0,69 \times 145} = 75,6 \text{ мм};$$

Что удовлетворяет, параметрам прототипа, далее в расчете примем межосевое расстояние  $a_w$ , равным 80 мм;

## 2.3 Проверочный тягово-динамический расчет автомобиля с учетом шестой передачи

Проверочный тягово-динамический расчет автомобиля производится по формулам, указанным в учебном пособии «Теория автомобиля» [7]. Значения коэффициентов принимаются аналогично, по учебному пособию, указанному выше.

### 2.3.1 Расчетные параметры

Определение полной массы автомобиля производят по формуле 2.3. Полная (максимальная разрешенная) масса – снаряженная масса автомобиля вместе с полным багажником и максимальным числом пассажиров (предусмотренных конструкции):

### 2.3.12 Топливная экономичность

$$N_k = N_\psi + N_\omega + N_j = VP_k = V(P_\psi + P_\omega + P_j). \quad (2.41)$$

$$Q = \frac{g_e(N_\psi + N_\omega + N_j)}{10\eta_{тр}V}, \quad (2.42)$$

Удельный эффективный расход топлива определяется по следующей формуле:

$$g_e = g_N K_u K_\omega, \quad (2.43)$$

где  $g_N$  – удельный расход топлива при максимальной мощности, г/кВтч;

$K_u$  – коэффициент использования мощности двигателя;

$K_\omega$  – коэффициент использования частоты вращения коленчатого вала.

$$K_u = 3,27 - 8,22U + 9,13U^2 - 3,18U^3, \quad (2.44)$$

$$K_\omega = 1,25 - 0,99E + 0,98E^2 - 0,24E^3, \quad (2.45)$$

$$U = \frac{(N_\psi + N_\omega + N_j)}{(N_m \eta_{тр})}, \quad (2.46)$$

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25



$$E = \frac{\omega_m}{\omega_N} . \quad (2.47)$$

Найденные значения расхода топлива при установившемся движении представлены в таблице 2.9 и в таблице 2.10.

Таблица 2.9 – Расход топлива

$n$ , об/мин	$M_m$ , Нм	$N_m$ , кВт	$N_\psi$ , кВт	$N_\omega$ , кВт	$N_j$ , кВт	$E$	$U$	$K_u$	$K_\omega$	$g_e$ г/кВтч
800	150,45	15,75	0,96	0,17	13,83	0,154	0,9675	0,35	1,12	33,38
1240	156,29	23,56	1,53	0,61	20,23	0,238	0,9998	0,30	1,07	27,31
1680	160,39	31,56	2,15	1,53	26,30	0,323	0,9999	0,30	1,02	26,22
2120	162,76	39,52	2,84	3,07	31,64	0,408	0,9997	0,30	0,99	25,45
2560	163,39	47,20	3,60	5,41	35,83	0,492	1,0002	0,30	0,97	24,83
3000	162,29	54,36	4,48	8,70	38,46	0,577	0,9998	0,30	0,96	24,56
3440	159,45	60,75	5,47	13,12	39,12	0,662	1,0001	0,30	0,95	24,41
3880	154,87	66,14	6,60	18,83	37,40	0,746	0,9998	0,30	0,96	24,52
4320	148,56	70,28	7,88	25,99	32,90	0,831	0,9999	0,30	0,97	24,72
4760	140,51	72,95	9,34	34,77	25,19	0,915	1	0,30	0,98	25,09
5200	130,73	73,89	10,99	45,33	13,88	1	1	0,30	1	25,60

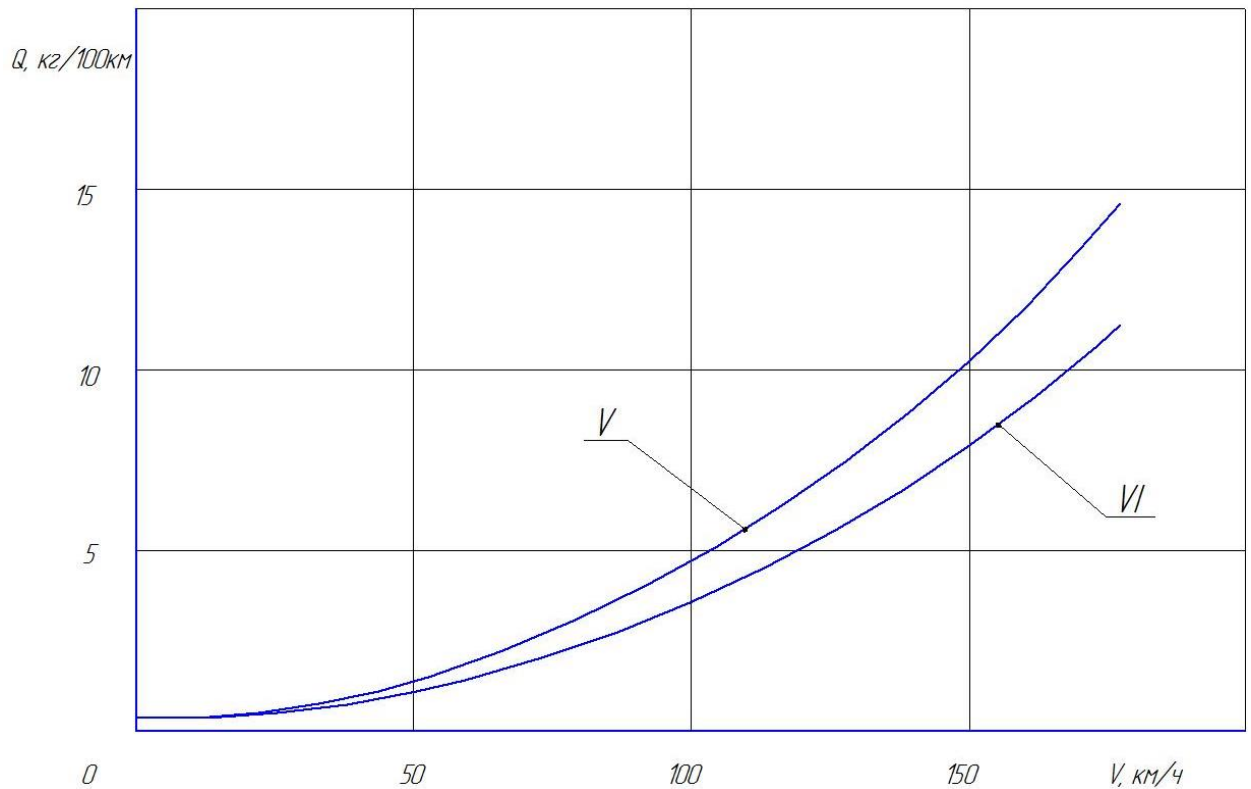
Таблица 2.10 – Расход топлива

$V$ , км/ч	$Q(V)$ , (кг/100км)	$Q(VI)$ , (кг/100км)
24	0,44	0,44
38	0,71	0,61
52	1,16	0,84
66	1,74	1,74
79	2,43	2,43
93	3,26	2,26
107	4,23	3,21
120	5,38	4,08

Окончание табл. 2.10

134	6,71	4,88
148	8,25	6,01
161	10,02	9,32
175	12,5	11,2

183	14,1	12,1
-----	------	------



Как видно на графике, при движении с установившимся ускорении, при включении повышенной шестой передачи, расход снижается, так на 100 км/ч, расход снизился почти на 1 кг/100км

## 2.4. Расчет коробки переключения передач

Расчет коробки переключения передач автомобиля будет производиться в соответствии с учебно-методическим пособием [5]. Расчет КПП автомобиля ведется от первой передачи, именно она определяет межосевое расстояние. Для этого ведется уточняющий расчет межосевого расстояния коробки передач, под который уже определяют размеры шестерен и зубчатых колёс, подбирают передаточные числа передач, и при необходимости ведут корректировку шестерен и зубчатых колёс, чтобы удовлетворить требуемому передаточному числу.

### 2.4.1 Расчёт межосевого расстояния

$$a_w = k_a \times \sqrt[3]{T_{вых}} \quad (2.48)$$

где  $k_a = 9,3$

$$T_{вых} = T_{вых} \times i_1 \quad (2.49)$$

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист 27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_{\text{вых}} = 145 \times 3,64 = 527,8 \text{ Нм}$$

$$a_w = 9,3 \times \sqrt[3]{527,8} = 75,2 \text{ мм};$$

Принимаем по выбранному прототипу  $a_w = 80 \text{ мм}$

2.4.2 Расчет рабочей ширины зубчатого венца производится по формуле 2.50

$$b_w = (0,19 \dots 0,23) \times a_w, \quad (2.50)$$

Среднее значение рабочей ширины зубчатого венца определяется

$$b_w = 0,20 \times 80 = 16 \text{ мм} \approx 16 \text{ мм} \quad (2.51)$$

Выполняя расчет через модуль, окончательно определим по среднему значению рабочую ширину зубчатого венца

$$b_w \approx (4 \dots 5) \times m_n, \quad (2.52)$$

$$b_w \approx 5,33 \times 3 = 16 \text{ мм}$$

$$b_w = 16 \text{ мм}$$

2.4.3 Расчет угла наклона зубьев

Обычно значение угла  $\beta$  принимают в диапазоне 22...34. По автомобилю аналогу выбираем значение угла равным  $20^\circ$ .

$$\beta = 20^\circ$$

$$\beta_e = \arcsin\left(\frac{\pi \times m_n}{b_w}\right), \quad (2.53)$$

$$\beta_e = \arcsin\left(\frac{\pi \times 3}{13}\right) = 36,86^\circ$$

$$\beta < \beta_e$$

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Обычно получается, что угол расчет и выбранный не равны, и, кроме того, аналоговый угол (выбранный) много меньше, чем угол расчет, - связывают с увеличенными нагрузками на подшипники, условиями выбора коэффициентов смещения, подбором чисел зубьев и другое.

#### 2.4.4 Расчет суммы чисел зубьев в паре

$$z_{\epsilon} = \frac{2 \times a_w \times \cos(\beta)}{m_n}, \quad (2.54)$$

$$z_{\epsilon} = \frac{2 \times 80 \times \cos(20^{\circ})}{3} = 51$$

$$Z_{\epsilon M1} = Z_{\epsilon} - Z_{\epsilon M1} = 51 - 11 = 40 \quad (2.55)$$

$$u_{i1} = \frac{Z_{\epsilon M1}}{Z_{\epsilon \Sigma 1}} = \frac{40}{11} = 3,636 \quad (2.56)$$

#### 2.4.5 Расчет шестой передачи

Межосевое расстояние  $a_w$  принимаем равным по расчету первой передачи и прототипу 80 мм,

$$T_{\text{вых}} = T_{\text{вых}} \times i_6 \quad (2.57)$$

$$T_{\text{вых}} = 145 \times 0,69 = 100,05 \text{ Нм}$$

#### 2.4.6 Расчет рабочей ширины зубчатого венца

$$b_{w6} = (0,19 \dots 0,23) \times a_w \quad (2.58)$$

Среднее значение рабочей ширины зубчатого венца определяется

$$b_{w6} = 0,20 \times 80 = 16 \text{ мм} \approx 16 \text{ мм} \quad (2.59)$$

Выполняя расчет через модуль, окончательно определим по среднему значению рабочую ширину зубчатого венца

$$b_{w6} \approx (4 \dots 7) \times m_n, \quad (2.60)$$

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$b_{w6} \approx 7 \times 2,25 = 15,96 \text{ мм}$$

$$b_{w6} = 16 \text{ мм}$$

#### 2.4.7 Расчет угла наклона зубьев

Обычно значение угла принимают в диапазоне 22...34°.

$$\beta = 24^\circ$$

$$\beta_e = \arcsin\left(\frac{\pi \times m_n}{b_w}\right), \quad (2.61)$$

$$\beta_e = \arcsin\left(\frac{\pi \times 2,25}{16}\right) = 26^\circ$$

$$\beta < \beta_e$$

Обычно получается, что угол расчет и выбранный не равны, и, кроме того, аналоговый угол (выбранный) много меньше, чем угол расчет, - связывают с увеличенными нагрузками на подшипники, условиями выбора коэффициентов смещения, подбором чисел зубьев и другое.

#### 2.4.8 Расчет суммы чисел зубьев в паре

$$z_\epsilon = \frac{2 \times a_w \times \cos(\beta)}{m_n}, \quad (2.62)$$

$$z_\epsilon = \frac{2 \times 80 \times \cos(26^\circ)}{2,25} = 66$$

$$z_{\epsilon m1} = z_\epsilon - z_{\epsilon n1} = 66 - 39 = 27$$

$$u_{i1} = \frac{z_{\epsilon m1}}{z_{\epsilon n1}} = \frac{27}{39} = 0,69$$

#### 2.4.9 Проверка межосевого расстояния по первой и шестой ступеням

$$a_{wn} = a_{w1} = \frac{0,5 \times m_1 \times (z_{\epsilon n1} + z_{\epsilon m1})}{\cos(20^\circ)} = 81,469 \quad (2.63)$$

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$a_{w6} = \frac{0,5 \times m_6 \times (Z_{вщ6} + Z_{вм6})}{\cos(26^\circ)} = 81,469$$

## 2.5 Расчет параметров шестерен шестой передачи

Расчет параметров шестерен шестой передачи будет производиться в соответствии с учебно-методическим пособием [5]

2.5.1 Определим основные параметры для зубчатых колес шестой передачи КПП.

$$d = \frac{m_n \cdot z}{\cos\beta}, \quad (2.64)$$

$$d_a = d + 2 \cdot m \quad (2.65)$$

Диаметр окружности впадин:

$$d_f = d - 2,5 \cdot m \quad (2.66)$$

Межосевое расстояние определяется для каждой пары валов по формуле:

$$a_w = \frac{d_2 \pm d_1}{2} \quad (2.67)$$

$$h_f = 1,25 \cdot m \quad (2.69)$$

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Шаг зубьев рассчитывается по формуле 2.70:

$$p = \pi \cdot m \quad (2.70)$$

Таблица 2.11 – Результаты расчета зубчатых колес шестой передачи

Зубчатое колесо	z	m	d	d <sub>a</sub>	d <sub>f</sub>	b <sub>w</sub>	p	h	h <sub>f</sub>	a <sub>w</sub>
Ведущее	39	2,25	98,5	103	92	16	7,06	5,06	2,81	80
Ведомое	27	2,25	63,5	68	57,8	16	7,06	5,06	2,81	80

2.5.2 Расчёт допускаемых напряжений зубчатых передач. Расчёт допускаемого напряжения изгиба производят по формуле 2.71:

$$\sigma_{Fp} = \frac{\sigma_F^{limb}}{s_f} \cdot K_{FL} \cdot K_{FC}; \quad (2.71)$$

$$\sigma_F^{limb} = 1,35HB + 100 = 1,35 \cdot 270 + 100 = 508 \text{ мПа} \quad (2.72)$$

$$\sigma_{Fp} = \frac{508 \cdot 1 \cdot 1}{1,6 \cdot 1 \cdot 1} = 317,7 \text{ мПа}$$

2.5.3

1

$$\sigma_{Hlimb} = 2HB + 70 = 2 \cdot 601 + 70 = 1272 \text{ мПа} \quad (2.74)$$

$$\sigma_{Hp} = \frac{1272}{1,1} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1156 \text{ мПа}$$

#### 2.5.4 Проверочный расчёт зубчатых передач

Проверочный расчёт по напряжениям изгиба для ведущей шестерни шестой передачи

$$\sigma_F = \frac{F_t}{b \cdot m_n} \cdot K_F \cdot Y_{FS} \cdot Y_B \cdot Y_\varepsilon \quad (2.75)$$

где  $\sigma_F$  - расчётное напряжение изгиба, мПа.

$\sigma_{Fp}$  - допускаемое напряжение;

$Y_{Fi}$ -коэффициент, учитывающий форму зуба рассчитываемой шестерни, принимаем равной 3,78;

$$\sigma_F = \frac{2 \cdot 145 \cdot 3,47}{0,09 \cdot 2,25 \cdot 0,016} = 310,58 \text{ мПа}$$

$$310,58 \leq 317,7 \text{ (мПа)}$$

$$\sigma_F \leq \sigma_{Fp}$$

Условие напряжения изгиба выполняется.

2.5.5 Проверочный расчёт по контактным напряжениям для ведущей шестерни понижающей передачи произведем по формуле 2.76

$$\sigma_H = 190 \cdot Z_H \cdot Z_E \cdot \sqrt{\frac{F_t \cdot K_H}{b_{w2} \cdot d_{w1}} \cdot \frac{u \pm 1}{u}}, \quad (2.76)$$

$$\sigma_H = 698,5 \leq \sigma_{Hp} = 1156 \text{ (мПа)}$$

Так как  $\sigma_H \leq \sigma_{Hp}$ , то условие контактного напряжения выполнено.

#### 2.6 Проверочный расчет валов

Проверочный расчёт на статическую прочность первичного вала коробки переключения передач, будет производиться в соответствии с учебно-методическим пособием [8]. Расчет производится по первой

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33



передачи, так как, на данной передаче максимальные нагрузки на вал, из-за того что она является понижающей. Для начала определим основные силовые факторы, действующие на вал.

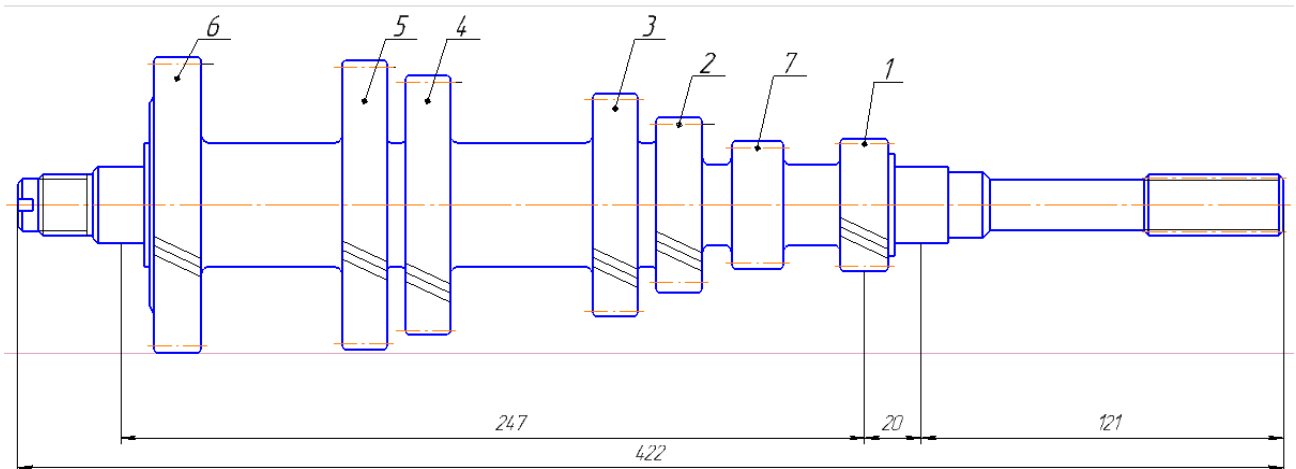


Рисунок 2.13 – Первичный вал проектируемой шестиступенчатой КПП

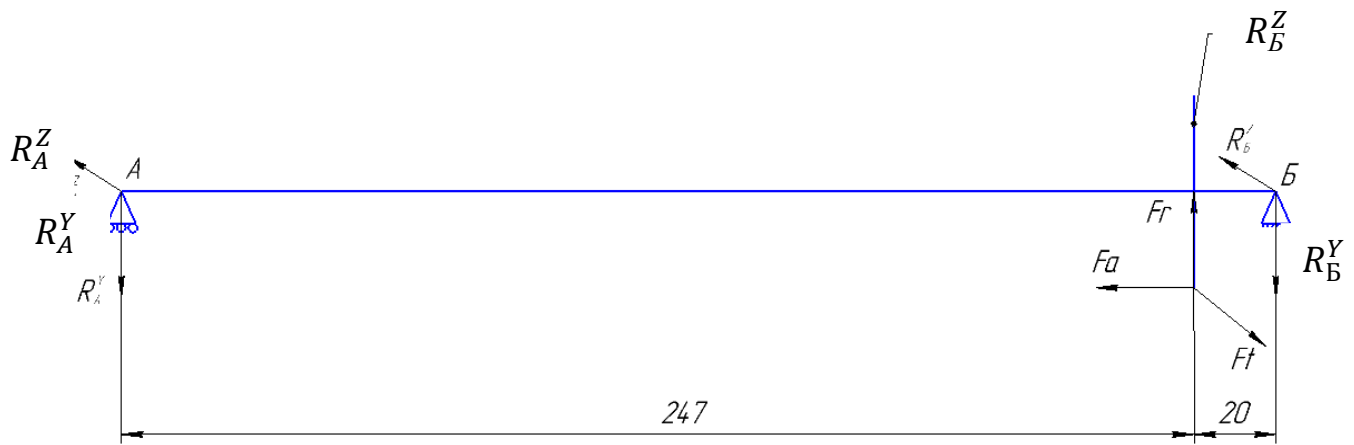


Рисунок 2.14 – Расчетная схема первичного вала проектируемой шестиступенчатой КПП

Окружная сила на ведущей шестерне пары постоянного зацепления определяется по формуле

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d}, \quad (2.77)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 145}{0,044} = 6590,9 \text{ (H)}$$

Осевая сила в косозубом зацеплении определяются по формуле:

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} B \quad (2.78)$$

$$F_a = 6590,9 \cdot \operatorname{tg} 36 = 4785 \text{ (H)}$$

Радиальная сила определяется по формуле 2.79:

$$F_r = \frac{F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} \quad (2.79)$$

$$F_r = \frac{6591 \cdot 0,3639}{0,809} = 2964,73 \text{ (H)}$$

Рассчитываем моменты:

$$\sum M_A^y = 0$$

$$R_B^y \cdot (l_1 + l_2) - F_r \cdot l_1 + F_a \cdot r_w = 0$$

$$R_B^y = \frac{F_r \cdot l_1 - F_a \cdot r_w}{l_1 + l_2} \quad (2.80)$$

$$R_B^y = \frac{2964,73 \cdot 0,247 - 4785 \cdot 0,022}{0,247 + 0,02} = 2518,2 \text{ (H)}$$

$$\sum M_B^y = 0$$

$$-R_A^y \cdot (l_1 + l_2) + F_r \cdot l_2 + F_a \cdot r_w = 0$$

$$R_A^y = \frac{F_r \cdot l_2 + F_a \cdot r_w}{l_1 + l_2} \quad (2.81)$$

$$R_A^y = \frac{2964,73 \cdot 0,247 + 4785 \cdot 0,022}{0,247 + 0,02} = 660,9 \text{ (H)}$$

$$\sum M_A^z = 0$$

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$-R_B^Z \cdot (l_1 + l_2) + F_t \cdot l_1 = 0$$

$$R_B^Z = \frac{F_t \cdot l_1}{l_1 + l_2} \quad (2.82)$$

$$R_B^Z = \frac{6590,9 \cdot 0,247}{0,249} = 6537,96 \text{ (H)}$$

$$\Sigma M_B^z = 0$$

$$-R_A^Z \cdot (l_1 + l_2) - F_t \cdot l_2 = 0$$

$$R_A^Z = \frac{F_t \cdot l_2}{l_1 + l_2} \quad (2.83)$$

$$R_B^Z = \frac{6590,9 \cdot 0,02}{0,249} = 531,52 \text{ (H)}$$

$$R_{\Sigma A} = \sqrt{(R_a^Z)^2 + (R_a^Y)^2} = 848,12 \text{ (H)} \quad (2.84)$$

$$R_{\Sigma B} = \sqrt{(R_B^Z)^2 + (R_B^Y)^2} = 7006,15 \text{ (H)} \quad (2.85)$$

По оси Y

$$M_A^Y = M_B^Y = 0 \text{ (Нм)}$$

$$M_C^{YA} = -R_A^Y \cdot (l_1) \quad (2.86)$$

$$M_C^{YA} = 660,9 \cdot 0,247 = -163,27 \text{ (Нм)}$$

$$M_C^{YB} = -R_B^Y \cdot (l_2) \quad (2.87)$$

$$M_C^{YB} = 2518,2 \cdot 0,02 = -50,364 \text{ (Нм)}$$

По оси Z

$$M_A^Z = M_B^Z = 0 \text{ (Нм)}$$

$$M_C^{ZA} = -R_A^Z \cdot (l_1) \quad (2.88)$$

$$M_C^{ZA} = 531,52 \cdot 0,247 = -131,28 \text{ (Нм)}$$

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$M_C^{ZB} = -R_B^Z \cdot (l_2) \quad (2.89)$$

$$M_C^{ZB} = 6537,96 \cdot 0,02 = -131 \text{ (Нм)}$$

Построим эпюры изгибающих и крутящих моментов вала, рисунок 2.15:

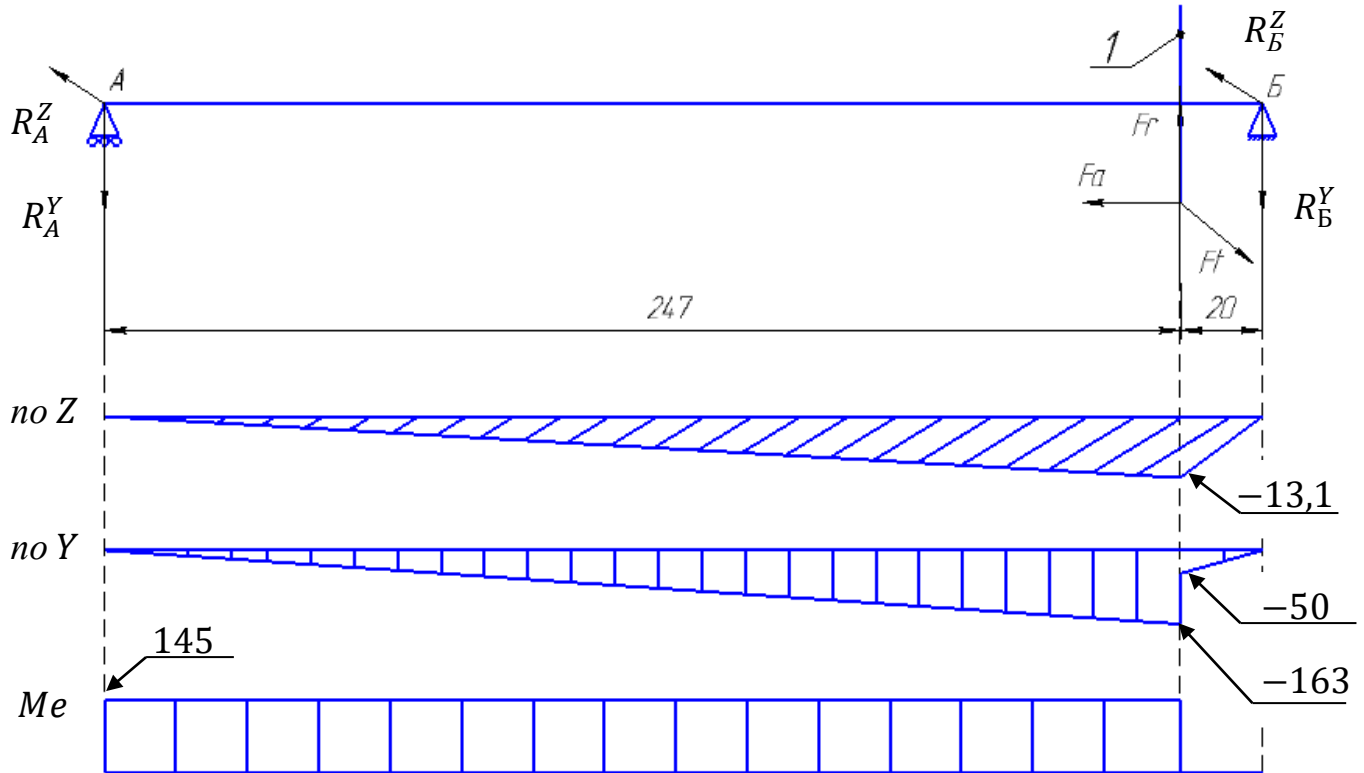


Рисунок 2.15 – Эпюры первичного вала проектируемой шестиступенчатой КПП

## 2.7 Расчёт вала на прочность

Определим суммарный изгибающий момент по формуле 2.90

$$M_{\Sigma и} = \sqrt{(M_C^{yA})^2 + (M_C^{zA})^2}; \quad (2.90)$$

$$M_{\Sigma} = \sqrt{(-163,72)^2 + (131,28)^2} = 209,50 \text{ (Нм)}$$

$$\sigma_{пр} = \frac{M_{пр}}{W_k}, \quad (2.92)$$

$$M_{\text{ПР}} = \sqrt{(M_C^{YA})^2 + (M_C^{ZA})^2 + (M_{B \max})^2}$$

$$M_{\text{ПР}} = \sqrt{(-163,27)^2 + (-131,28)^2 + (145)^2} = 254,78 \text{ (кНм)}$$

$$W_k = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad (2.93)$$

где -  $W_k$  момент сопротивления изгибу;

$$W_k = \frac{3,14 \cdot (0,022)^3}{32} = 0,00835 \cdot 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)}$$

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{254,78}{0,00835 \cdot 10^{-3}} = 305,1 \text{ (мПа)}$$

$$n_t = \frac{\sigma_t}{\sigma_{\text{пр}}} = \frac{980}{305,1} = 3,21$$

Найдём момент на ведомом валу КПП, при включённой первой передаче по формуле 2.94:

$$M_p = M_{\max} \cdot u_{\text{кпп}} \quad (2.94)$$

$$M_p = 145 \cdot 3,64 = 527,8 \text{ (Нм)}$$

$$W_k = \frac{3,14 \cdot (33)^3}{32} = 3215,36 \text{ (мм}^3\text{)} = 3,215 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{527,8}{3,215} = 164,167 \text{ (мПа)}$$

$$n_t = \frac{\sigma_t}{\sigma_{\text{пр}}} = \frac{980}{164,16} = 5,97$$

## 2.8 Проверочный расчет подшипников

Проведем проверочный расчет подшипников, установленных на первичном валу, выбранных по аналогии с пятиступенчатой КПП ВАЗ. Передней опорой первичного вала является подшипник NJ205 (6-42205AE) с динамической

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

грузоподъёмностью 16,8 кН, и статической грузоподъёмностью 8,8 кН. Это роликовый радиальный подшипник с короткими цилиндрическими роликами, с бортами на наружном кольце и с однобортовым внутренним кольцом. Помимо высоких радиальных нагрузок, такая конструкция позволяет переносить ограниченные осевые нагрузки в одном направлении. Подшипник 42205 является очень распространенным, поскольку применяется широко в автомобилях ВАЗ и МАЗ (КПП, двигатели, насосы и другие узлы). Задний подшипник первичного вала 6305N (6-50305AE) шариковый радиально однорядный

$$P = (2964 + 1,5) \cdot 1 \cdot 1 = 2965,5 \text{ (H)}$$

Таблица 2.12 – Результаты расчетов и значения коэффициентов

№ передачи	$n_i$	$L_h$	$y_i$	$L_i$	$P$	$\sum L$
1	824	1821,4	0,01	0,9	2965,5	916,7
2	1538,5		0,04	6,72		
3	2205,8		0,2	48,21		
4	3191,5		0,75	261,6		
5	3846,15		0,75	315,2		
6	4347,8		0,60	285,1		

$$P_{\text{эк}} = \sqrt[0,3]{\frac{2965,5^{0,3} \cdot (0,9 + 6,72 + 48,21 + 261,58 + 315 + 285,08)}{916,7}} = 2960 \text{ (H)}$$

$$L = \left(\frac{16,8}{2,960}\right)^{0,3} = 1,67$$

## 2.9 Расчёт синхронизатора шестой передачи

В коробках передач вместо  
23мм;

$\omega_e$  – угловая скорость:

$$\omega_e = \frac{3000\pi}{30} = 314 \text{ рад.}$$

Тогда выразим  $J$  в формулу 2.104:

$$\left( \frac{1}{0,78} + \frac{1}{0,69} \right) = 2,72$$

$$J = \frac{\mu \cdot t \cdot r_{cp} \cdot \theta}{\omega_e \cdot \sin \delta \cdot 2,72} \quad (2.104)$$

$$J = \frac{0,06 \cdot 0,5 \cdot 0,023 \cdot 100}{314 \cdot \sin 6 \cdot 2,72} = 0,000776$$

Работа трения при переключении передач определяется по формуле 2.105:

$$L_c = 0,5 \cdot J \cdot \omega^2 \cdot 2,72 \quad (2.105)$$

$$L_c = 0,5 \cdot 0,000776 \cdot 314^2 \cdot 2,72 = 382,5 \text{ Дж}$$

Удельная работа трения определяется отношением 2.106:

$$L_{уд} = \frac{L_c}{F} \quad (2.106)$$

где  $F$  – площадь поверхности трения определяется отношением 2.107:

$$F = 2\pi r_{cp} b_c, \quad (2.107)$$

где  $b$  – ширина кольца трения по образующей конуса, 0,024 м

$$L_{уд} = \frac{L_c}{2\pi r_{cp} b_c} = \frac{401,22}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,023 \cdot 0,024} = 115740,67 \text{ Дж} = 0,115 \text{ МДж/м}^2.$$

$$L_{уд} = \frac{L_c}{2\pi r_{cp} b_c} = \frac{382,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,023 \cdot 0,024} = 0,11 \text{ МДж/м}^2$$

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$t = \frac{yL_c}{mC} \quad (2.108)$$

$$t = \frac{0,5 \cdot 382,5}{1,5 \cdot 481,5} = 0,27 = 27^\circ\text{C}$$

## 2.10. Схема переключения передач

Схема переключения передач для новой, шестиступенчатой коробки переключения передач потребует незначительных изменений в конструкции кулисы, механизме выбора передач. Так, изображение ручки рычага переключения передач, для ныне выпускаемой пятиступенчатой КПП представлено на рисунке 2.16, схема выбора передач на рисунке 2.17. Схемы выбора передач для шестиступенчатой КПП представлена на рисунке 2.18, то есть включение шестой передачи производится переводом рычага в крайнее правое положение и смещением его назад.



Рисунок 2.16 – Ручка рычага переключения передач пятиступенчатой КПП ВАЗ

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41



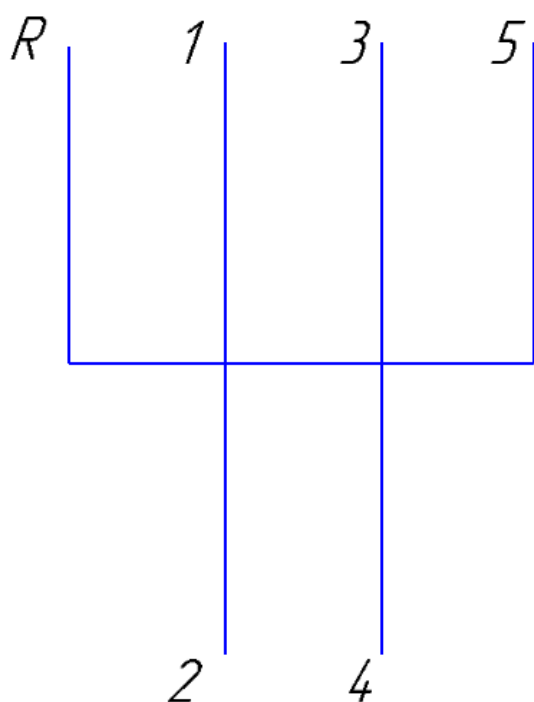


Рисунок 2.17 – Схема выбора передач пятиступенчатой КПП ВАЗ

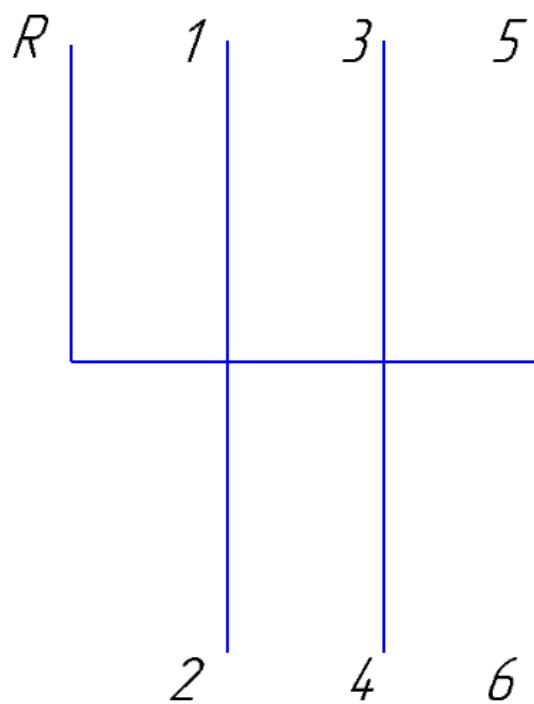


Рисунок 2.18 – Предлагаемая схема выбора передач шестиступенчатой КПП ВАЗ

### Вывод по разделу 2

В данном разделе дипломной работы было выбрано передаточное отношение проектируемой повышающей передачи, равное  $i_6=0,69$ , (передаточные отношения остальных передач принимаем:  $i_1=3,64$ ;  $i_2=1,95$ ;  $i_3=1,36$ ;  $i_4=0,94$ ;  $i_5=0,78$ ;  $i_6=0,69$ ), после чего был произведен тягово-динамический расчет автомобиля с учетом шестой передачи, в ходе которого был произведен расчет мощности двигателя, при выбранной максимальной скорости движения, построена внешняя скоростная характеристика, характеристика ускорения автомобиля, мощностной баланс, в том числе для наглядности приведены графики, построенные по результатам расчетов. В ходе расчета топливной экономичности, было доказано, что при движении с установившемся ускорении, при включении повышенной шестой передачи, расход снижается, так при скорости 100 км/ч, расход снизился почти на 1 кг/100км. После произведенных тягово-динамических расчетов был произведен расчет коробки передач для шестой передачи при межосевом расстоянии, равным 80 мм как и на автомобиле прототипе. После определения основных параметров КПП был произведен расчет зубчатых колес, после чего выполнен проверочный расчет валов и подшипников. Выполнен расчет синхронизатора с параметрами близкими к производимыми на данный момент заводом ВАЗ. В завершении второго раздела, была предложена схема включения шестой передачи.

### 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

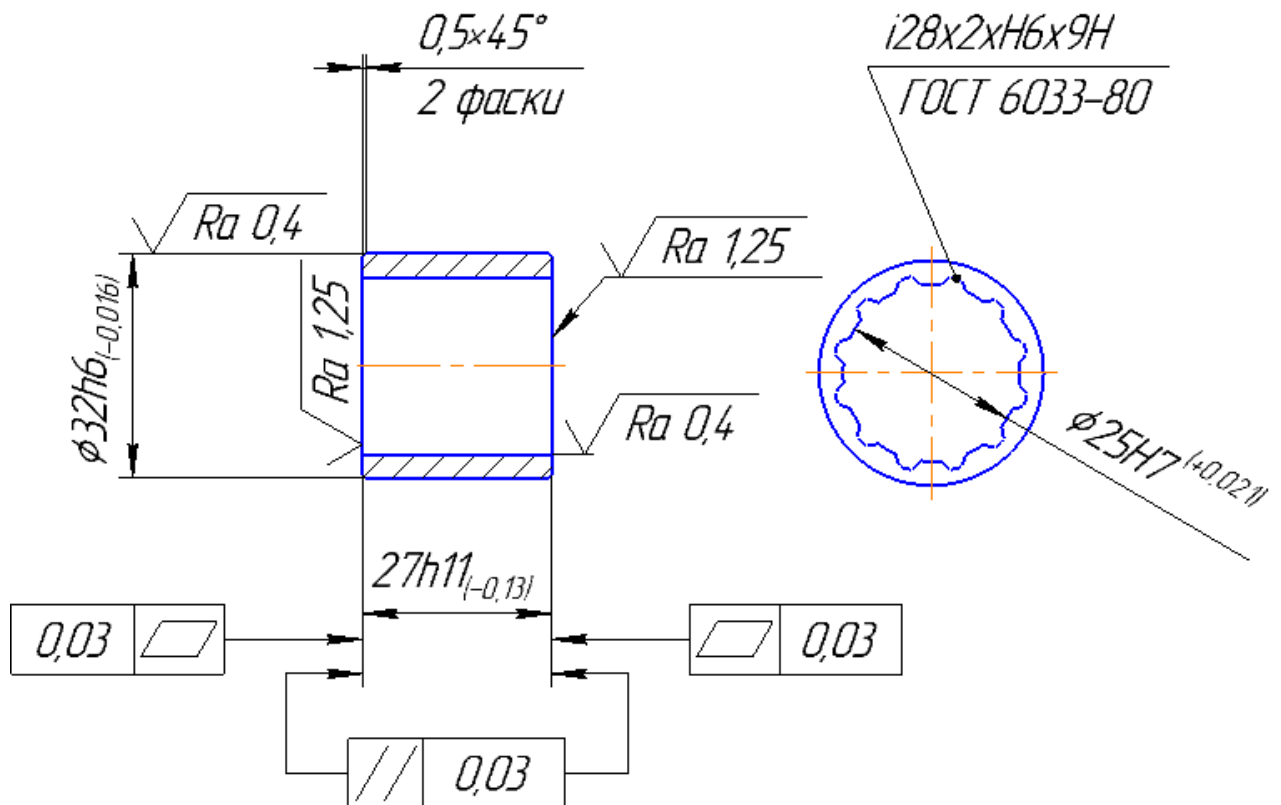


Рисунок 3.1 – Втулка позиционная для установки подшипника шестерни пятой передачи

Заготовкой для детали втулка по чертежу 23.05.01.2019.054.01.00.006, является труба 34×8 сталь ШХ15 ГОСТ 8732-78 [10]. Трубы подшипниковые производят по ГОСТ Р 56030 [11] методом горячего или холодного проката конструкционной подшипниковой стали. Назначение конструкционной подшипниковой стали работа в условиях высоких локальных нагрузок. Твердость стали придает большое содержание углерода (0,95 – 1,15%). Хром (0,6 – 1,5%) увеличивает глубину прокаливания материала. Чтобы повысить прочность и улучшить другие эксплуатационные характеристики, сталь закалывают в масле и отпускают при 200°С. Технологический процесс выполнен в расчете условия, что деталь будет использоваться в автомобилях прототипах, то есть в мелкосерийных сериях.

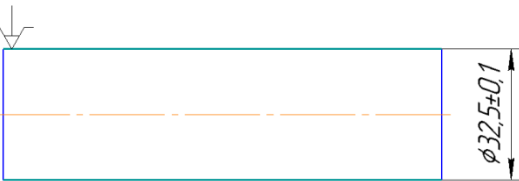
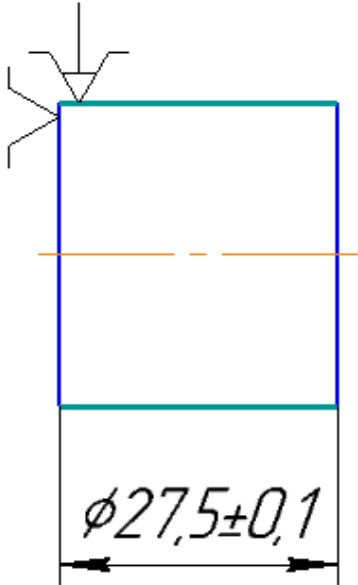
Конфигурация детали диктует следующий порядок обработки заготовки:

- 000 – заготовительная;
- 005 – токарная точение наружной поверхности;
- 010 – отрезная;
- 015 – протяжная (2 установка);
- 020 – термическая;
- 025 – зубопротяжная;
- 030 – моечная;

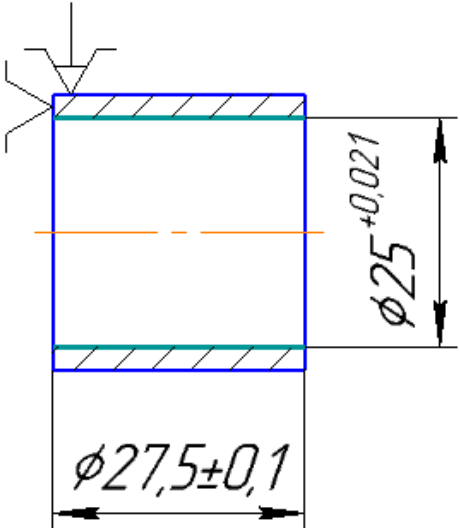
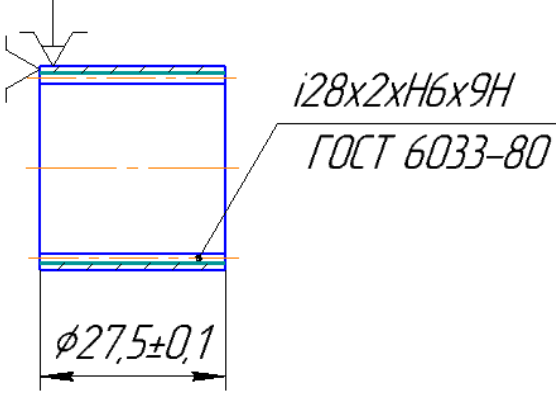
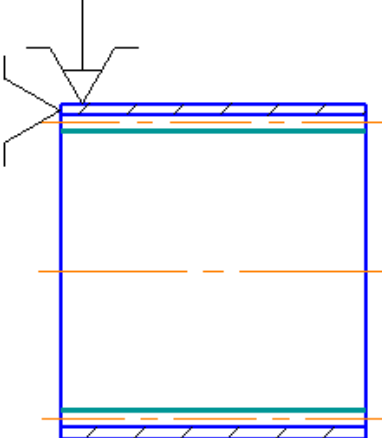
035 – технический контроль;

В таблице 3.1 представлен технологический процесс изготовления детали «Втулка».

Таблица 3.1 – Технологический процесс обработки детали

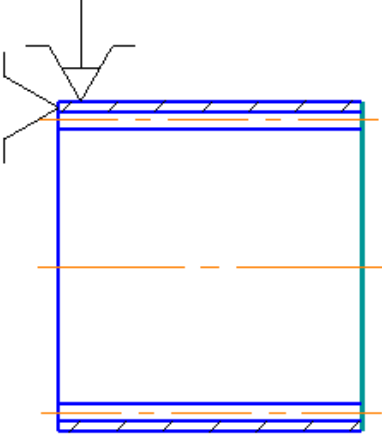
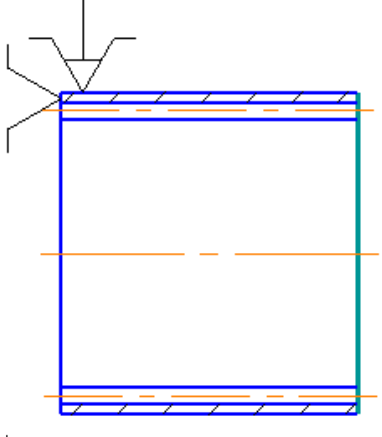
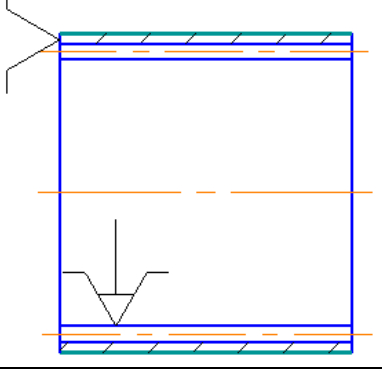
№ операции	установ	Наименование операции	Операционный эскиз	Станок, Оборудование
005		Токарная точение наружной поверхности выдерживая размер $\phi 32,5 \pm 0,1$ мм		Токарно-винторезный станок 16К25 [12]
010		Отрезная, выдерживая размер $L = 27,5 \pm 0,1$ мм		Токарно-револьверный станок 1325Ф30-01 с ЧПУ [13]

Продолжение таблицы 3.1

015	А	Протяжная выдерживая размер $\phi 25^{+0,021}$ мм		Горизонтально протяжной станок МП7А523[14]
015	Б	Зубопротяжна я		Горизонтально протяжной станок МП7А523
020		Термическая	Закалить деталь. Закалка объемного типа до твердости 60...65 HRC	Индукционная печь РОСмуфель 18л/1250°C/ 4кВт/220В [15]
025	А	Внутри шлифовальная		Универсальный шлифовальный станок М-Grind 2050 [16]

Окончание таблицы 3.1

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

025	Б	Шлифование торца 1		Универсальный шлифовальный станок M-Grind 2050
025	В	Шлифование торца 2		Универсальный шлифовальный станок M-Grind 2050
025	Г	Шлифование наружной поверхности		Универсальный шлифовальный станок M-Grind 2050
030		Моечная	Очистить от пыли сжатым воздухом	Компрессор
035		Контрольная	Проверить размеры детали согласно чертежу	Нутромер Профилометр

### Выводы по разделу три

В данном разделе выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления втулки позиционной для установки подшипника шестерни пятой передачи. Данная деталь позволит выполнить условия сборки проектируемой шестиступенчатой КПП.

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.1 Введение

[17] В Конституции Российской Федерации [18], закреплено право на охрану здоровья, статья 41, как одно из основных прав граждан. В статье 37 Конституции РФ в форме субъективного права закреплены права работников на здоровье и безопасные условия труда.

При проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании механизмов и машин или другого оборудования, организации производства и труда разработке технологических процессов физические и юридические лица обязаны исполнять требования охраны труда, согласно статье 211 трудового кодекса[19]. Так же в статье трудового кодекса, указанной последней закреплены и установлены, правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

При эксплуатации автомобильного транспорта возникает необходимость в его ремонте и обслуживании. Данные операции могут представлять собой как простые действия, не требующие сборки и разборки узлов и агрегатов, например, замена технологических жидкости (масло, охлаждающая жидкость, тормозная), так и наоборот требующие больших трудозатрат, связанных с выполнением ремонтных работ, так, например, при выходе из строя подшипника первичного вала коробки переключения передач, для его замены, необходимо снять данный агрегат и практически полностью разобрать. На предприятиях для ремонта и обслуживания автомобильного транспорта создают ремонтные цеха, в которых рабочие производят все необходимые работы с транспортными средствами. Ремонтные цеха представляют собой замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях, сооружениях и являются производственными помещениями, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей

При проектировании ремонтно-механических цехов, участков необходимо руководствоваться действующими правилами техники безопасности, санитарными правилами.

Ремонтно-механические цеха предназначены для: изготовление запасных частей, узлов и сменных деталей установленного в цехах оборудования и средств механизации и автоматизации; выполнение капитальных и средних ремонтов оборудования; выполнение текущих ремонтов, осмотров и технического диагностирования состояния отдельных узлов и систем оборудования; выполнение работ по модернизации оборудования [20].

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

При несоблюдении правил техники безопасности, неумелом обращении или при нахождении вышеперечисленного оборудования в неисправном состоянии многократно возрастает риск получения травм работников.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003–2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ). Классификация» [21] исходя из природы действия факторов, можно выделить следующие группы ОВПФ: физические, химические, психофизиологические.

К физическим ОВПФ, возникающим на рабочем месте относятся:

а) перемещающиеся предметы, движущиеся механизмы или машины, а также неподвижные их элементы на рабочем месте, например при механическом воздействии.

б) электрический ток. Источником поражения могут быть незащищенные и неизолированные электропровода, поврежденные электродвигатели, открытые коммутаторы, не заземленное оборудование и др.

в) вещества, применяемые в гальванических ваннах, для нанесения антикоррозионных покрытий являются агрессивными и ядовитыми.

г) термическое воздействие от нагретых элементов оборудования, а так же другие теплоносители.

д) повреждения, полученные при падениях.

При эксплуатации оборудования и агрегатов возникают следующие ОВПФ:

а) вращающиеся части трансмиссии, особенно с высокой частотой вращения;

б) нагретые тормозные диски;

в) наличие в картере гидроцилиндра;

г) вибрации и шумы.

К химическим ОВПФ, возникающим на рабочем месте относятся:

а) пары выделяющиеся из нефтепродуктов, пары веществ, применяемых для нанесения электродиффузионных покрытий;

б) горюче–смазочные материалы, воздействующие на тело работника.

К психофизиологическим ОВПФ, возникающим на рабочем месте относятся:

а) физические перегрузки: неправильная рабочая поза, а так же ограниченная подвижность во время работы;

б) нервно–психические перегрузки: перенапряжение от выполняемой умственной работы, перенапряжение анализаторов.

К причинам возникновения различных заболеваний человека, работника, так же относят длительное нахождение в зоне комбинированного влияния различных неблагоприятных факторов. Для минимизации вредного воздействия неблагоприятных факторов на организм человека осуществляют нормирование опасных и вредных производственных факторов.

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

## 4.2 Нормирование опасных и вредных производственных факторов

### 4.2.1 Микроклимат производственных помещений

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Метеорологические условия внутренней среды производственных помещений так же называют микроклиматом производственных помещений.

Характеризующими микроклимат параметрами, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Дифференцированно устанавливаются допустимые показатели микроклимата для постоянных и непостоянных рабочих мест, в то время как на всю рабочую зону распространяются оптимальные показатели. СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [22] регламентирует микроклиматические условия в производственных помещениях.

Работа операторов станков и сборщиков относится к категории Пб (работы с интенсивностью энерготрат 201 – 250 ккал/ч (233 – 290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением).. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах представлены в таблице 4.1., в таблице 4.2., и в таблице 4.3., приведены допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Таблица 4.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб(233–290)	17–19	16–20	60–40	0,2
Теплый		19–21	18–22	60–40	0,3



Таблица 4.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 1

Система центрального водяного отопления необходима для поддержания температуры воздуха в указанных пределах в холодное время года. СНиП 41–01–2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [23] документ, указанный последними, устанавливает требования к системам отопления. Контроль над состоянием микроклимата в производственной зоне производят с использованием термометров и измерителей влажности.

#### 4.2.2 Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны

ГОСТ 32548–2013 «Вентиляция зданий, требования к вентиляционным системам. Воздухораспределительные устройства» [24] регламентирует параметры для естественной и принудительной вентиляции производственных помещений, необходимой для того чтобы запыленность воздуха и концентрация в нем вредных компонентов не превышали предельно допустимых концентраций,.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.2308–07. «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны». [25]

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоне приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – ПДК вредных веществ в воздухе производственной зоны

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Нефтепродукты	300
Оксид углерода	20
Оксиды азота	2,0
Оксиды серы	10
Свинец	0,01
Бензапирен	0,00015
Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Акролеин	0,7
Формальдегид	0,5

Во избежание образований взрывоопасных концентраций смесей паров с воздухом, а так же для удаления вредных загрязняющих веществ из производственных помещений и для удаления паров легкоиспаряющихся жидкостей необходимо обеспечить принудительную приточно-вытяжную вентиляцию. Для предотвращения перемещения приточным воздухом загрязняющих веществ и легковоспламеняющихся паров топлива в смежные помещения производительность вытяжной вентиляции должна быть выше приточной для обеспечения некоторого разряжения в вентилируемом помещении.

#### 4.2.3 Требования к производственному освещению

##### 4.2.3.1 Общие положения

При неудовлетворительном освещении зрительная способность глаза снижается, и могут появиться резь в глазах, головные боли, развивается близорукость, поэтому организация рационального освещения рабочих мест является одним из основных вопросов охраны труда. Работа операторов станков относится к работе средней точности.

Освещение производственных помещений регламентируется СанПиН 52.13330.2011. «Естественное и искусственное освещение». [26] В данном своде правил для помещений нормируется средняя освещенность на условной рабочей поверхности для любых источников света, кроме оговоренных случаев. Нормируемые значения яркости дорожных покрытий в настоящих нормах приводятся для любых источников света.

Требования к освещению помещений принимаем по таблице, размещенной на плакате по безопасности жизнедеятельности.

##### 4.2.3.2 Искусственное освещение

Для общего искусственного освещения помещений следует использовать, как правило, разрядные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы.

Световая отдача источников света для общего искусственного освещения помещений при минимально допустимых индексах цветопередачи не должна быть меньше значений, приведенных в таблице 4.5

Таблица 4.5

Тип источника света	Световая отдача световых приборов, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи
---------------------	--

	80	60	40	20
<b>Световые приборы для общего освещения помещений</b>				
Световые приборы со светодиодными источниками света и светодиодными модулями	990	1100	*_	*_
Световые приборы с люминесцентными источниками света	550	440	—	—
Световые приборы с металлогалогенными источниками света	555	550	—	—
Световые приборы с натриевыми лампами высокого давления	мм*	550	660	8—

Искусственное освещение может быть двух систем – общее освещение и комбинированное освещение.

Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы, необходимо раздельное управление освещением таких зон.

Нормируемые характеристики освещения в помещениях и снаружи зданий могут обеспечиваться как светильниками рабочего освещения, так и совместным действием с ними светильников освещения безопасности и (или) эвакуационного освещения.

Яркость рабочей поверхности не должна превышать значений, указанных в таблице 4.6.

Таблица 4.6.

Площадь рабочей поверхности, м	Наибольшая допустимая яркость, кд/м
Менее 0,0001	2000
От 0,0001 до 0,001	1500
" 0,001 " 0,01	1000
" 0,01 " 0,1	750
Более 0,1	500

#### 4.2.4 Уровень шума в производственных помещениях

Регламентирующими и устанавливающими безопасный уровень шума в производственных помещениях является следующий документ: ГОСТ 12.1.003 – 83. ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» [27].

Уровни шума на рабочих местах, производственных помещений, не должны превышать предельно допустимых значений, установленных в соответствии с действующими санитарно–эпидемиологическими нормативами.

Шум создает значительные нагрузки на нервную систему человека, оказывает на него психологическое воздействие, ослабляется внимание, ухудшается память что в свою очередь приводит к увеличению количества ошибок в работе. Для нивелирования вредных последствий от шума предполагаются меры по защите работающих.

Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах представлены в таблице, размещенной на плакате по БЖД.

Таблица 4.7 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса
	Средняя физическая нагрузка
Напряженность легкой степени	80

#### 4.2.5 Правила устройства электропроводки в производственных помещениях

Для электропитания всех устройств нужно трехфазное напряжение. Для обеспечения безопасности работающих людей, необходим контур заземления, к которому подключается все электрооборудование. Кроме этого на каждом рабочем месте нужны розетки, для подключения электроинструментов и переносных светильников, рассчитанных на пониженное напряжение.

Электрика в пожароопасных зонах монтируется во взрывозащищенном исполнении.

#### 4.2.6 Правила пожарной безопасности в производственных помещениях

Сооружение – цех по обслуживанию автомобилей. Площадь 400 м<sup>2</sup>. Категория помещения по пожарной безопасности В1-В. Нормы пожарной безопасности 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [28] УТВ. Приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. №314.

Таблица 4.8 – Категории пожароопасности.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли, волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа

Окончание таблицы 4.8

В1 – В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Класс пожара А (горение твердых), В (горение жидких), Е (горение электрооборудования). Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018) раздел 1 глава 2 статья 8 [29]. Согласно категории помещения, его площади и класса пожара определяем первичные средства пожаротушения к ним относятся огнетушители, определим их Вид, объем и количество. Согласно документу, указанному выше, делаем вывод что, для обеспечения пожарной безопасности в нашем помещении требуется два огнетушителя ОП-10 [30] и два огнетушителя ОУ-8 [31].

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

## Вывод по разделу 4

В разделе безопасность жизнедеятельности изучены документы, регламентирующие требования по охране труда, изучены опасные и вредные производственные факторы. Для определения и выбора из регламентирующих документов оптимальных величин показателей микроклимата, категория работы оператора станка, принята как «Пб». Изучены и сведены в таблицу требования к производственному освещению и уровня шума в производственных помещениях. После изучения регламентов правил пожарной безопасности в производственных помещениях сделан вывод, о том, что потребуется два огнетушителя ОП-10 и два огнетушителя ОУ-8.

## 5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 5.1 Организационный раздел

В развитии экономики страны значительную роль занимает автомобильный транспорт. На сегодняшний день практически не существует таких экономических проблем, которые бы его не затрагивали. Автомобильный транспорт, во-первых, развивается более высокими темпами, чем другие отрасли народного хозяйства, во-вторых, является одной из трудоемких подотраслей народного хозяйства, в-третьих, потребляет наибольшее количество энергетических ресурсов, в-четвертых, является капиталоемким. Дальнейший подъем экономики страны во многом зависит от работы транспорта. Обеспечение потребностей населения и народного хозяйства в перевозках связано с решением крупных организационных, технических и экономических задач.

Использование графиков, разработок, моделей и проектов, при планировании и управление различными комплексами работ, которые предстоит выполнить, позволяет достаточно полно отразить характеристики и их взаимосвязи. Использование модели типа ленточного план-графика Ганнта, относится к традиционному методу планирования, и позволяет отразить календарные сроки начала и окончания каждого вида работы и длительность цикла выполнения всего комплекса работ. Выполнение расчетов и построение план-графиков производится по учебному пособию [32].

В пределах заданного срока составляют ленточные графики всего комплекса работ. На основании ленточного графика бюро планирования составляет рабочие планы-графики работы подразделений предприятия. Задания исполнителям с указанием сроков начала и окончания работ составляют руководители подразделений. Чтобы обеспечить организованное и своевременное выполнение работ по дипломному проектированию воспользуемся план-графиком Ганнта.

В план-графике при помощи отрезков соответствующей длины, с учетом масштабирования, изображается цикл всех работ проходящих во время

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

дипломного проектирования. Работы могут выполняться параллельно и последовательно.

Для расчета капитальных затрат в экономическом разделе будут использоваться данные полученные в результате построения план-графика Ганнта (ожидаемая продолжительность работ, категории количество исполнителей). Построенный план-график Ганнта представлен на рисунке 5.1.

Таблица 5.1 – Затраты на материалы

Наименование	Стоимость, руб.
Переносной персональный компьютер	22000
Лицензия КОМПАС-3D V18	146000
Лицензия Microsoft Office	3200
Услуги печати	1200

Величина затрат  $C_M$  рассчитывается по формуле:

$$C_M = k_T \sum_1^m C_i N_{расх} \quad (5.2)$$

:

$$L_{ср.д.} = \frac{L_o}{F} \quad (5.3)$$

где  $L_{ср.д.}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$L_o$  – оклад за месяц, руб.;

$F$  – месячный фонд времени (рабочие дни).

Определим среднедневной заработок консультанта:

$$L_{ср.д.} = \frac{30000}{22} = 1376 \text{ руб.}$$

Определим среднедневной заработок инженера:

$$L_{ср.д.} = \frac{25000}{22} = 1147 \text{ руб.}$$

Определим среднедневной заработок руководителя дипломного проекта:

$$L_{ср.д.} = \frac{30000}{22} = 1376$$

Тогда заработная плата за выполнение определенного этапа проекта определим по формуле:

$$L = L_{\text{ср.д.}} \cdot t \quad (5.4)$$

где  $L$  - заработная плата за выполнение определенного этапа Научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (НИОКР);

$L_{\text{ср.д.}}$  - средневзвешенная заработная плата исполнителя;

$t$  – трудоемкость работы, чел.-дни.

Определим заработную плату консультанта:

$$L = 1376 \cdot 6 = 8256$$

Определим заработок инженера:

$$L = 1147 \cdot 66 = 75702$$

Определим заработок руководителя проекта:

$$L = 1376 \cdot 42 = 57792$$

Расчет заработной платы рабочих производим на основе тарифной системы. Сперва устанавливаем общий объем работы по видам: сборка, монтаж, наладка и т.д., нормо-час. Затем по каждому виду работ определяем средний разряд и на его основе – среднюю стоимость одного нормо-часа. Суммарную заработную плату рабочих по видам работ определяем по формуле 5.5:

$$L = \sum_1^n I_{\text{ср.}i} \cdot t_i \quad (5.5)$$

где  $L$  — заработная плата рабочих по всем видам работ, руб.;

$n$  — количество видов работы;

$I_{\text{ср.}i}$  — средняя стоимость нормо-часа  $i$ -го вида работ, руб./нормо-час;

$t_i$  — трудоемкость  $i$ -го вида работ, нормо-час.

$$L = \sum_1^3 135 \cdot 1.6 = 648 \text{ руб. / нормо-час}$$

Расчет основной заработной платы работников сводится в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Ведомость основной заработной платы

№ этапа	Категория персонала	Численность исполнителей	Кол-во чел.-дней	Средняя зарплата в день, руб.	Сумма основной зар.платы, руб.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						57



1	Инженер	1	4	1147	4588
2	Инженер	1	8	1147	9176
3	Руководитель	1	10	1376	13760
	Инженер	1	10	1147	11470
4	Руководитель	1	12	1376	16512
	Инженер	1	12	1147	13764
5	Консультант поэкономической части	1	6	1376	9256
	Инженер	1	6	1147	6882
6	Консультант БЖД	1	6	1376	8256
	Инженер	1	6	1147	6882
7	Руководитель	1	20	1376	27520
	Инженер	1	20	1147	22940
Итого: 151006 руб					

проекта:

$$C_{зп доп} = C_{зпоос} \alpha \quad (5.6)$$

$$C_{зп доп} = 151006 \cdot 0,13 = 19630 \text{ руб.}$$

$$C_{см} = 172400 + 19630 + 75503 + 51191 + 19630 = 338354 \text{ руб.}$$

Все полученные данные расчетов сведем в ведомость затрат этапов дипломного проекта, таблица 5.3.

Таблица 5.3 – Ведомость затрат этапов дипломного проекта

Статьи затрат	Базовая сметная стоимость, руб.	Удельный вес элементов затрат в сметной стоимости, %	Плановая сметная стоимость, руб.
Материалы	172400	36,7	181200
Основная заработная плата	151006	32,1	104893
Дополнительная заработная плата	19630	4,2	13636
Социальные отчисления	51191	9,2	35559
Прочие накладные расходы	75503	16	52447
Всего по теме	469730	100	387735

## 5.2.2 Оценка коммерческой состоятельности ВКР

Экономический эффект от новой техники может быть рассчитан от снижения ее себестоимости, от изменения расходов на ее эксплуатацию, от увеличения срока службы и др.

В общем случае капитальные вложения (инвестиции) в строительство и организацию работ ( $K_{\text{СУМ}}$ ) по выпуску новой продукции включает в себя:

$$K_{\text{СУМ}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}} + K_{\text{ниокр}} \quad (5.9)$$

где  $K_{\text{пр}}$  – прямые капитальные вложения, руб.;

$K_{\text{об}}$  – минимально необходимые оборотные средства;

$K_{\text{сопр}}$  – сопряженные капитальные вложения, руб.;

$K_{\text{НИОКР}}$  – капитальные вложения в НИОКР.

В выпускном квалификационном проекте рассматриваются реальные инвестиции, при этом учитываются только прямые капитальные вложения:

$$K_{\text{пр}} = (0,5 \dots 0,9) C_{\text{пол}} \cdot A_{\Gamma} \quad (5.10)$$

где  $C_{\text{пол}}$  – полная себестоимость;

$A_{\Gamma}$  – программа выпуска продукции, которая равна = шт.

Найдем полную себестоимость шестиступенчатой коробки переключения передач  $C_{\text{пол}}$ , методом удельных показателей:

$$C_{\text{пол}} = \left( 0,27 + \frac{0,67}{\sqrt{A_{\Gamma}}} \right) G \quad (5.11)$$

где  $G$  – масса шестиступенчатой коробки переключения передач.

$$C_{\text{пол}} = \left( 0,27 + \frac{0,67}{\sqrt{360204}} \right) \cdot 35000 = 9489 \text{ руб.}$$

Найдем прямые капитальные вложения по формуле (5.10):

$$K_{\text{пр}} = 0,6 \cdot 9489 \cdot 360204 = 2050785453 \text{ руб.}$$

Расчёт оптовой цены:

$$C_{\text{опт}} = C_{\text{п}} + \Pi, \quad (5.12)$$

где  $C_{\text{п}}$  – полная себестоимость;

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$\Pi$  – прибыль от продаж;

Найдём прибыль от продаж:

$$\Pi = C_{\text{п}} \cdot \frac{K_{\text{прб}}}{100\%}, \quad (5.13)$$

где  $K_{\text{прб}}$  – уровень рентабельности (принимается равным 25%).

$$\Pi = 9489 \cdot 0.25 = 2372,25 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{опт}} = 9489 + 2372,25 = 11861,25 \text{ руб.}$$

Расчёт отпускной цены по формуле:

$$C_{\text{отп}} = \Pi + C_{\text{п}} + H, \quad (5.14)$$

где  $H$  – налог.

Найдём налог:

$$H = C_{\text{опт}} \cdot \frac{20\%}{100\%}. \quad (5.15)$$

$$H = 11861,25 \cdot 0,2 = 2372,25 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{отп}} = 2372,25 + 9489 + 2372,25 = 14233,5 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ок}} \frac{K_{\text{сум}}}{\Pi_{\text{р}}} \quad (5.16)$$

где  $T_{\text{ок}}$  – период окупаемости;

$K_{\text{сум}}$  – ежегодные капитальные вложения;

$\Pi_{\text{р}}$  – проектная прибыль.

$$\Pi_{\text{р}} = \Pi_{\text{б}} k_{\text{нп}} \quad (5.17)$$

где  $\Pi_{\text{б}}$  – балансовая (общая) прибыль;

$k_{\text{н.п}}$  – коэффициент, учитывающий налог на прибыль,  $k_{\text{н.п}} = 0,76$ .

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Балансовая (общая) прибыль от реализации продукции определяется как разность отпускной цены изделия ( $C_{\text{отп}}$ ) и плановой ее полной себестоимости ( $C_{\text{пол}}$ ) с учетом годовой программы выпуска

$$P_6 = (C_{\text{отп}} - C_{\text{пол}})A_G \quad (5.18)$$

$$P_6 = (14233,5 - 9489) \cdot 360204 = 1708987878 \text{ руб.}$$

$$P_p = 1708987878 \cdot 0,76 = 1298830787 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{2050785453}{1298830787} = 1,58 \text{ г.}$$

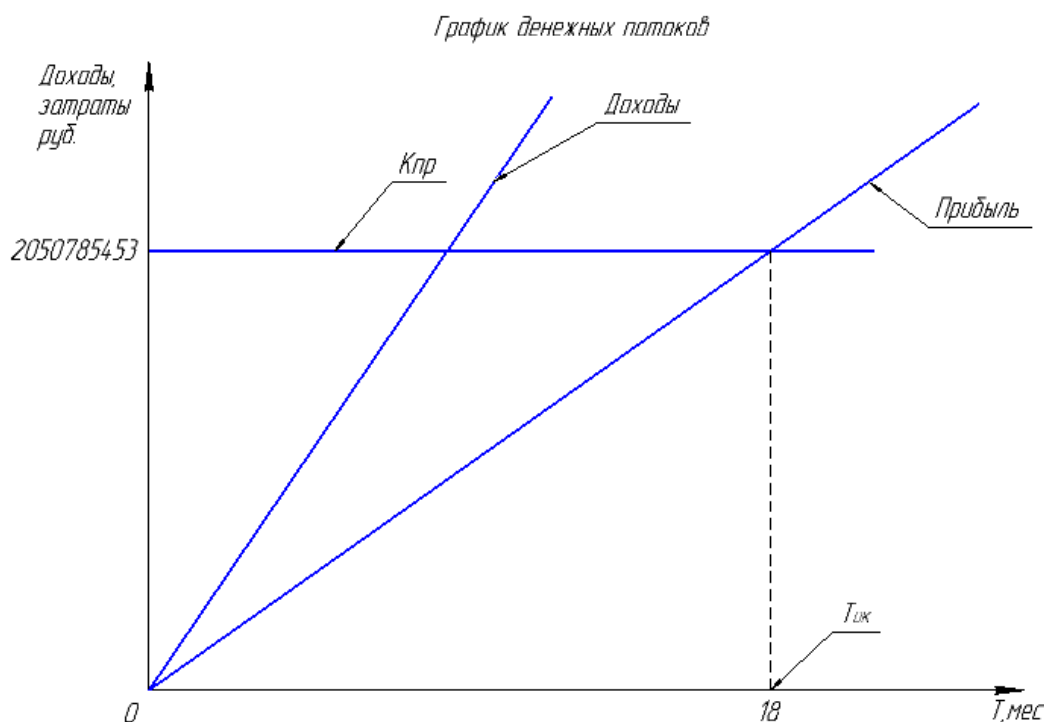


Рисунок 5.2 – График денежных потоков

Точка безубыточности проекта показывает критический объем производства ( $A_{\text{кр}}$ ), при котором прибыль становится нулевой, так как выручка от реализации совпадает с издержками производства. Определим точку безубыточности проекта по формуле:

$$A_{\text{кр}} = \frac{B}{C_{\text{отп}} - a} \quad (5.19)$$

где  $B$  – условно–постоянные издержки на весь выпуск, руб./год;

$C_{\text{отп}}$  – отпускная цена предприятия, руб./шт.;

$a$  – условно-переменные издержки на единицу продукции, руб./шт.

В расчетах принимаются значения условно-постоянных издержек, как 70% полной себестоимости, а значения условно переменных издержек – 30% от полной себестоимости.

$$A_{кр} = \frac{6642 \cdot 360204}{14233.5 - 2846.7} = 210118 \frac{шт}{год}$$

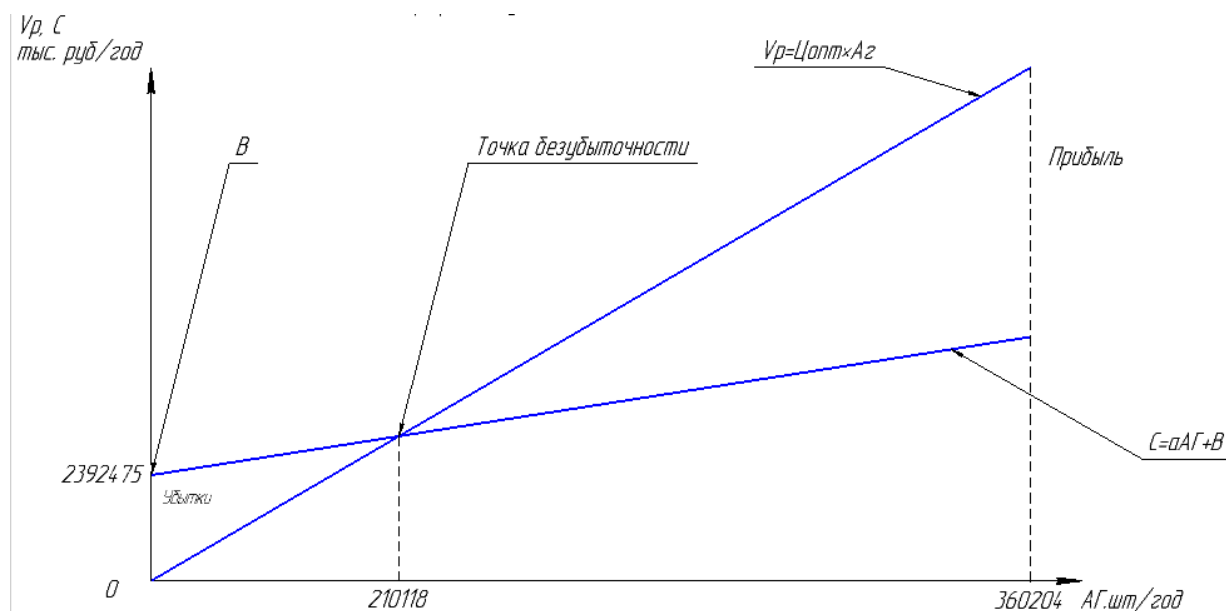


Рисунок 5.3 – График точки безубыточности

Таблица 5.4 – Техничко-экономические показатели инвестиционного проекта

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
Годовая программа	шт.	360204
Полная себестоимость	тыс.руб.	9489
Оптовая цена	тыс.руб.	11861,25
Прибыль	тыс.руб./год	1708987878
Инвестиции	тыс.руб.	2050785453
Срок окупаемости	год	1.58
Точка безубыточности	шт.	210118

Выводы по разделу пять

В организационно-экономическом разделе выпускной квалификационной работы представлена оценка рынка сбыта данного изделия. Рассчитана себестоимость изделия. Дана оценка коммерческой состоятельности и эффективности инвестиций. Построены графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработана коробка передач для переднеприводных автомобилей ВАЗ, с повышающей шестой передачей. В ходе разработки МКПП произведен конструкционный анализ коробок переключения передач легковых автомобилей, изучены тенденции развития КПП, выполнен анализ конструкций существующих механических коробок переключения передач переднеприводных автомобилей ВАЗ, обоснован выбор автомобиля прототипа, приведена предлагаемая кинематическая схема разрабатываемой КПП. При проектировании шестиступенчатой МКПП для автомобилей ВАЗ выбрано передаточное отношение проектируемой повышающей передачи, равное  $i_6=0,69$ , (передаточные отношения остальных передач принимаем:  $i_1=3,64$ ;  $i_2=1,95$ ;  $i_3=1,36$ ;  $i_4=0,94$ ;  $i_5=0,78$ ;  $i_6=0,69$ ), после чего был произведен проверочный тягово-динамический расчет автомобиля с учетом шестой передачи, в ходе которого был произведен расчет мощности двигателя, при выбранной максимальной скорости движения, построена внешняя скоростная характеристика, характеристика ускорения автомобиля, мощностной баланс, в том числе для наглядности приведены графики, построенные по результатам расчетов. В ходе расчета топливной экономичности, было доказано, что при движении с установившемся ускорением, при включении повышающей шестой передачи, расход снижается. Так при скорости 100 км/ч, расход снизился примерно на 1 кг/100км. Произведен проектировочный расчет коробки передач для шестой передачи при межосевом расстоянии, равным 80 мм как и на автомобиле прототипе. После определения основных параметров КПП был произведен расчет зубчатых колес, после чего выполнен проверочный расчет валов и подшипников. Выполнен расчет синхронизатора с параметрами близкими к производимыми на данный момент заводом ВАЗ. Так же была предложена схема включения шестой передачи. В технологической части был разработан технологический процесс изготовления втулки позиционной для установки подшипника шестерни пятой передачи. Данная деталь позволит выполнить условия сборки проектируемой шестиступенчатой КПП. В разделе безопасность жизнедеятельности изучены документы, регламентирующие требования по охране труда, изучены опасные и вредные производственные факторы. Для определения и выбора из регламентирующих документов оптимальных величин показателей микроклимата, категория работы оператора станка, принята как «Пб». Изучены и сведены в таблицу требования к производственному освещению и уровня шума в производственных помещениях. После изучения регламентов правил пожарной безопасности в производственных помещениях сделан вывод, о том, что потребуется два огнетушителя ОП-10 и два огнетушителя ОУ-8. В организационно-экономическом разделе выпускной квалификационной работы рассчитана себестоимость изделия, оптовая цена КПП, равная 11861 рубль, период окупаемости 1,58 года. Построены графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков.

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Дьяков, И. Ф. Ступенчатые и планетарные коробки передач механических Д 93 трансмиссий: Учебное пособие / И. Ф. Дьяков, В. А. Кузнецов, В. И. Тарханов – Ульяновск: УЛГТУ, 2003. – 120 с.
- 2 Осепчугов, В.В. Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета / В.В.Осепчугов, А.К. Фрумкин. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
- 3 <https://techautoport.ru/transmissiya/korobka-peredach/korobka-peredach-dsg.html>
- 4 Вишняков, Н.В. Основы конструкции: Учебник для А22 вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» 2-е изд., перераб. и доп./ Н.В. Вишняков, В.К. Вахламов, А.Н. Нарбут, и др. М.: Машиностроение, 1986. 304с
- 5 Гришкевич, А.И. Проектирование трансмиссий автомобилей: Справочник [Текст] / под общ. ред. А.И. Гришкевича.- М.: Машиностроение, 1984,-272с.
- 6 <https://kiario4.ru/showthread.php?t=14221>
7. Галимзянов, Р.К. Г157 Теория автомобиля: учебное пособие / Р.К. Галимзянов. – Челябинск:Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 220 с.
- 8 Глухих, В.Н. Расчет и проектирование валов в редукторах. Метод. указания к курсовому проекту для студентов всех специальностей всех форм обучения/ В.Н Глухих И.В., Хрусталева., Д.В Шляховецкий – СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. – 58 с.
- 9 Шарипов В.М., Синхронизаторы. Учебное пособие для студентов специальности 150100 «Автомобиле и тракторостроение» . М.:МГТУ «МАМИ», 2001. 28 с.
- 10 ГОСТ 8732-78 Издание с Изменениям №1, 2,утвержденными в феврале 1982 г., сентябре 1988 г. (ИУС 582, 189)
- 11 ГОСТ 56030-2014 Трубы для деталей подшипников. Технические условия. Дата принятия16 мая 2019
- 12 Токарно-винторезный станок16К25 [http://stanki-katalog.ru/sprav\\_16k25.htm](http://stanki-katalog.ru/sprav_16k25.htm)
- 13 Токарно-револьверный станок 1325Ф30-01 с ЧПУ [http://stanki-katalog.ru/sprav\\_1325f3.htm](http://stanki-katalog.ru/sprav_1325f3.htm)
- 14 Горизонтально протяжной станок МП7А523 <http://www.coalcrusher.site/stone-crusher/10205.html>
- 15 Индукционная печь РОСмуфель 18л/1250°С/ 4кВт/220В <https://chelyabinsk.tiu.ru/p343807085-vysokotemperaturnaya-pech-rosmufel.html>
- 16 Универсальный шлифовальный Станок М-Grind 2050 <http://www.kaast.ru/catalog/16/918>
- 17 <https://bgdstud.ru/podborka-lekcij-po-bzhd/972-osnovnye-ponyatiya-i-opredeleniya-bzhd.html>
- 18 Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года. : (с учетом поправок, внесенных Законами Российской Федерации о поправках к Конституции Российской Федерации от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ30 декабря 2008 № 6-ФКЗ и № 8 – ФКЗ) // СПС «Консультант плюс». – <http://www.consultant.ru/>

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

19 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (с изм. от 23 июля 2013 г.) // Собрание законодательства РФ. 2002. № 1 (ч. 1).

20 <https://www.ngpedia.ru/id585693p1.html>

21 ГОСТ 12.0.003–2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ). Классификация. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2015. 15 с.

22 СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.

23 СНиП 41–01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. 116 с.

24 ГОСТ 32548–2013. Вентиляция зданий, требования к вентиляционным системам. Воздухораспределительные устройства. М.: Стандартиформ, 2014. 14 с.

25 ГН 2.2.5.2308–07. Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны. М.: Стандартиформ, 2008. 115 с.

26 СанПиН 52.133302011. Естественное и искусственное освещение. – М.: Минрегион России, 2010. – 75 с.

27 ГОСТ 12.1.003 – 83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. Система стандартов безопасности труда. Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.

28 СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2010. 28 с.

29 Федеральный закон от 22.07.2008 N 123–ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018) - М.: ИПК Издательство стандартов, 2019.

32 Заслонов, В.Г Организационно-экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие/ В.Г. Заслонов. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. 97 с.

33 ГОСТ 164381. Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21 апреля 1981 г. N 2046 дата введения установлена 01.07.81- М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 75 с.

37 ГОСТ 454317. Прокат из легированной конструкционной стали. Издание с изменениями № 1,2,3,4,5, утвержденными в декабре 1989 г.

34 ГОСТ 6033-80. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30°. Размеры, допуски и измеряемые величины (с Изменениями N 1,2). М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. 86 с.

35 ГОСТ 1403474 Отверстия центровые. Размеры (с Изменениями N 1,2), утвержденными в декабре 1978 г., апреле 1981 г. (ИУС 5-80, ИУС 6-81).

36 ГОСТ 30893.12002. Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками.

					23.05.01.2019.054.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65