



**МЧС РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Уральский институт Государственной противопожарной службы  
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,  
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»**

**УНК Пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ**

**Кафедра Пожарной, аварийно-спасательной техники  
и специальных технических средств**

## **УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**Методические указания по курсовому проектированию  
«Моделирование эксплуатационных параметров автомобиля»**

**Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза  
(квалификация специалист)**

**Екатеринбург  
2023**

**Устройство и эксплуатация транспортных средств [Текст] :** методические указания по курсовому проектированию. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза (квалификация специалист) / авт.-сост. Е. Е. Баженов, В. В. Крудышев. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2023. – 101с.

*Составители:*

Е. Е. Баженов, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств Уральского института ГПС МЧС России, доктор технических наук;

В. В. Крудышев, начальник кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств Уральского института ГПС МЧС России, канд. с.-х. наук, доцент;

Методические указания содержат теоретический материал и методики расчета, позволяющие моделировать и оценивать эксплуатационные свойства автомобилей, их критические значения и влияние на безопасность движения. Описанные алгоритмы расчета могут быть применены при выполнении автотехнических экспертиз.

Издание предназначено для организации и выполнения курсового проектирования по дисциплине «Устройство и эксплуатация транспортных средств», а также методической помощи обучающимся Уральского института ГПС МЧС России по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза.

Методические указания одобрены на заседании кафедры Пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств от « 06 » июля 2023 г., протокол № 16.

© Уральский институт  
ГПС МЧС России, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
ГЛАВА 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	7
1.1. Общее описание курсового проекта.....	7
1.2. Требования к оформлению курсового проекта.....	8
1.3. Варианты заданий для курсового проекта.....	12
ГЛАВА 2. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ТРАНСМИССИИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА	43
2.1. Общие сведения о выполнении кинематических схем .....	43
2.2. Примеры кинематических схем элементов трансмиссии .....	45
ГЛАВА 3. РАСЧЕТ ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА	54
3.1. Расчет внешней скоростной характеристики двигателя .....	54
3.2. Расчет тяговых характеристик автомобиля.....	56
3.3. Расчет динамической характеристики автомобиля .....	61
3.4. Расчет ускорения автомобиля.....	64
ГЛАВА 4. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ОПРОКИДЫВАНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ	67
4.1. Расчет критических скоростей заноса и опрокидывания.....	67
4.2. Расчет тормозного пути автомобиля.....	73
4.3. Расчет остановочного пути автомобиля .....	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	79
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Образец оформления титульного листа	81
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Образец оформления задания на курсовой проект	82
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Пример выполнения принципиальной кинематической схемы	84
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Расположение основной надписи, дополнительных граф к ней и размерных рамок на листах	85
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Оформление основных надписей	86
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Примеры библиографических записей	88
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Условные обозначения элементов кинематических схем	89

## ВВЕДЕНИЕ

Многие сферы современной жизни невозможно представить без средств транспорта. Автомобили стали неотъемлемой частью экономики, производства и безопасности. Но вместе с тем, автомобиль является средством повышенной опасности и при возникновении дорожно-транспортных происшествий часто возникает необходимость установления их причин и условий возникновения. Для этого проводится экспертиза.

Инженерно-техническая экспертиза представляет собой исследование, проводимое компетентными специалистами в технической области знаний с целью установления фактов и анализа инженерных конструкций, сооружений, оборудования, механизмов, инженерных сетей, работ по их производству и эксплуатации, а также выявления и устранения причин возникновения недостатков, аварий и т.д. Результатом инженерной экспертизы является заключение эксперта, которое может являться доказательством по делу.

Для выполнения описываемой экспертизы необходим набор знаний и навыков по устройству и эксплуатации автомобилей. Курсовой проект является составной частью учебно-методического комплекса дисциплины «Устройство и эксплуатация транспортных средств» и предназначен для методической и теоретической помощи обучающимся в вопросах изучения конструкции и технических характеристик автотранспортных средств, а также правил их безопасной эксплуатации.

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта содержит исходные данные по вариантам заданий, требования по выполнению и оформлению курсового проекта, теоретический материал и алгоритмы расчета, которые в совокупности могут быть применены при выполнении автотехнических экспертиз. Получаемые знания и умения необходимы для формирования специалиста с необходимым уровнем инженерных знаний.

## ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

**Автотранспортное средство (АТС)** – устройство, приводимое в движение двигателем и предназначенное для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем, а также имеющее массу в снаряженном состоянии более 400 кг.

**Базовое шасси** – колесное шасси, специально изготовленное либо серийно выпускаемое, предназначенное для размещения на нем составных частей пожарного автомобиля.

**Исправное состояние АТС** – состояние, соответствующее всем требованиям нормативных документов, предъявляемым к конструкции и техническому состоянию АТС.

**Изменение конструкции АТС** – исключение предусмотренных или установка не предусмотренных конструкцией АТС составных частей и предметов оборудования, влияющих на его характеристики безопасности.

**Коэффициент полезного действия (КПД)** – показатель эффективности действия механизма, определяемый как отношение работы, совершаемой механизмом, к работе, затраченной на его функционирование.

**Масса транспортного средства в снаряженном состоянии (снаряженная масса)** – масса порожнего транспортного средства с кузовом и сцепным устройством в случае тягача или масса шасси с кабиной, если завод-изготовитель не устанавливает кузов и (или) сцепное устройство, включая массы охлаждающей жидкости, масла, 90 % топлива, 100 % других жидкостей (за исключением использованной воды), инструментов, запасного колеса, массу водителя (75 кг) и – для городских и междугородных автобусов – массу члена экипажа (75 кг), если в транспортном средстве предусмотрено для него сиденье.

**Негабаритные АТС** – автотранспортные средства, движение которых по дорогам допускается только по специальным правилам ввиду превышения габаритами и (или) осевой массой установленных ограничений.

**Осевая масса** – масса, соответствующая статической вертикальной нагрузке, передаваемой осью на опорную поверхность, обусловленная конструкцией оси и транспортного средства и установленная изготовителем транспортного средства.

**Полная масса автомобиля** – сумма снаряженной массы автомобиля и масса перевозимого им личного состава, включая водителя, ОТВ, пожарно-техническое вооружение, заявленная предприятием-изготовителем ПА в нормативной документации.

**Разрешенная максимальная масса** – максимальная масса снаряженного АТС с грузом (пассажирами), установленная изготовителем в качестве максимально допустимой согласно эксплуатационной документации.

**Техническое состояние АТС** – совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств и установленных нормативными документами параметров АТС, определяющая возможности его применения по назначению.

**Удельная мощность** – отношение номинальной мощности двигателя к полной массе пожарного автомобиля, кВт/т.

# **ГЛАВА 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

## **1.1 Общее описание курсового проекта**

Курсовой проект по дисциплине «Устройство и эксплуатация транспортных средств» выполняется обучающимися в установленные сроки и в соответствии с учебным планом института. Он включает ряд разделов, в которых выполняются расчеты тягово-динамических характеристик заданной модели транспортного средства, моделирование критических скоростей опрокидывания и заноса, величин тормозного и остановочного пути, проектирование кинематической схемы трансмиссии. Это позволит оценить эксплуатационные свойства автомобилей, их критические значения и влияние на безопасность движения.

Выполнение курсового проекта способствует формированию у обучающихся логического мышления и способности применять методики инженерно-технических экспертиз.

Общая структура курсового проекта включает следующие элементы.

1. Титульный лист (образец в прил. 1).
2. Задание на курсовое проектирование (образец в прил. 2).
3. Введение.
4. Содержание.
5. Глава 1 «Описание и технические характеристики транспортного средства».
6. Глава 2 «Расчет тягово-динамических характеристик».
7. Глава 3 «Расчет параметров опрокидывания и торможения».
8. Заключение.
9. Список использованных источников.
10. Приложения (при необходимости).
11. Графическая часть – кинематическая схема трансмиссии на формате А3 (образец в прил. 3).

Перед выполнением курсового проекта обучающимся необходимо ознакомиться с методическими указаниями, правилами выполнения и оформления, подобрать и изучить рекомендуемую литературу и нормативные документы.

В случае затруднений при выполнении курсового проекта обучающиеся могут обращаться за консультацией к преподавателям кафедры.

В первой главе курсового проекта следует выполнить описание общего устройства и технических характеристик заданного транспортного средства, его основных узлов и систем. Представить данные по марке, модели и техническим характеристикам двигателя внутреннего сгорания. Описать тип и компоновку трансмиссии, а также устройство и характеристики её составных узлов: сцепления, коробки переключения

передат, раздаточной коробки при ее наличии, коробки отбора мощности и мостов. При описании устройства узлов и агрегатов следует использовать чертежи, схемы, рисунки и т. п. Технические характеристики представлять в виде таблиц.

Затем, руководствуясь описанием устройства, компоновки и технических характеристик транспортного средства, требуется составить и изобразить на листе формата А3 принципиальную кинематическую схему заданного транспортного средства. В главе 2 учебно-методического пособия представлены общие сведения по выполнению кинематических схем, примеры схем основных узлов автомобилей и основные элементы кинематических схем.

Во второй главе курсового проекта следует выполнить расчет тягово-динамических характеристик заданного транспортного средства, которые включают внешнюю скоростную характеристику двигателя, тяговое усилие на колесе, динамический фактор, ускорение и скорость автомобиля на разных передачах в заданном диапазоне оборотов. При этом потребуются технические характеристики заданного автомобиля и его агрегатов, представленные в первой главе. Если какой-либо параметр в первой главе не указан, то его следует дописать. В главе 3 учебно-методического пособия представлены методики расчета указанных выше характеристик с примерами выполнения.

В третьей главе курсового проекта следует представить расчет скоростей опрокидывания и заноса заданного автомобиля, а также величины тормозного и остановочного путей. Эти параметры влияют на безопасность транспортных средств и определяются при проведении соответствующих экспертиз.

По итогу расчета следует сделать выводы и описать рекомендации по безопасной эксплуатации заданного транспортного средства.

## **1.2. Требования к оформлению курсового проекта**

Пояснительная записка курсового проекта должна быть выполнена на одной стороне белой бумаги формата А4 (210×297) печатным способом. Шрифт Times New Roman; размер шрифта – 14 пт.; цвет шрифта – черный. Междустрочный интервал – 1,5. Выравнивание текста – по ширине.

Страница должна иметь поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм. Абзацы в тексте начинаются с отступа 1,25 см. Страницы нумеруются внизу по центру арабскими цифрами. Нумерация должна быть сквозной. Титульный лист является первой страницей, на нем номер не ставится.

Текст курсового проекта должен иметь равномерную плотность, контрастность и четкость изображения (отчетливые, нерасплывчатые линии, буквы, цифры и знаки). Повреждения листов и пометки не допускаются.



Текстовая часть (пояснительная записка) оформляется с использованием рамок установленного образца и основной надписи. Рабочее поле листа при этом ограничивается рамкой со следующими параметрами полей: слева 20 мм, справа и сверху 5 мм, снизу 10 мм. Расстояние от верхней линии рамки до верхней строки должно быть 15 мм, от нижней линии рамки до нижней строки – 10 мм. Расстояние от рамки до границ текста: в начале строк – 10 мм, в конце – 5 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 1,25 см.

Без рамки в курсовом проекте оформляются титульный лист, задание, содержание, а также приложения к пояснительной записке, если они представляют собой самостоятельный документ. Расположение и оформление основной надписи, дополнительных граф к ней и размерных рамок на листах приведены в прил. 4 и 5.

Текст пояснительной записки состоит из глав и параграфов. Главы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами. Заголовки глав следует печатать прописными буквами без точки в конце, без подчеркивания, без абзацного отступа, с выравниванием по центру. Заголовки параграфов пишутся с прописной буквы, без точки в конце, без подчеркивания, с выравниванием по ширине и абзацным отступом. Переносы слов, сокращения и аббревиатуры в заголовках и подзаголовках не допускаются. Если глава (раздел) состоит из одного параграфа (подраздела), то параграф (подраздел) не нумеруется. Если подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется.

Расстояние между заголовками и текстом, между заголовками главы и параграфа должно быть равно двум интервалам.

Каждый раздел (главу) текстового документа следует начинать с новой страницы. Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований. При этом описание конструкции деталей, узлов, агрегатов, механизмов и систем следует сопровождать соответствующими рисунками и схемами.

Внутри глав, параграфов или подпунктов могут быть приведены перечисления, которые оформляются списком. Перед каждым элементом списка первого уровня следует ставить тире. При дальнейшей детализации перечислений и введении списков второго уровня необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись начинается с абзацного отступа, как показано далее в примере.

*Например, пожарные автомобили могут быть следующих типов:*

- *основные пожарные автомобили:*
  - 1) *общего применения;*
  - 2) *целевого применения;*
- *специальные пожарные автомобили.*

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Если уравнение не уместится в одну строку, то оно должно быть перенесено после знаков равенства (=), сложения (+), вычитания (–), умножения ( $\cdot$ ), деления ( $:$ ) или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак « $\times$ ». Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Формулы, коэффициенты, требования норм должны сопровождаться ссылками на источники при помощи цифр в квадратных скобках, соответствующих номерам в списке источников, приведенном в конце пояснительной записки, например, «...*передаточное число*  $u = 0,96$  [3]».

Формулы, за исключением формул в приложениях, должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, «... *в формуле (1)*...». Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (3.1).

Иллюстрации (рисунки, фотографии, схемы) в тексте должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Иллюстрации должны иметь наименование, например, *Рисунок 2.4 – Схема главной передачи*, которое размещается под иллюстрацией с выравниванием по центру без абзачного отступа. При необходимости иллюстрации могут иметь пояснительные данные (подрисуночный текст). В этом случае слово «Рисунок», номер и наименование рисунка помещают после подрисуночного текста. На каждую иллюстрацию в тексте должна быть приведена ссылка. При ссылках на иллюстрации следует писать, например, «... *в соответствии с рисунком 2.4* ...». Иллюстрации следует располагать после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

Таблицы в тексте применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Таблицу следует располагать после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название помещается над таблицей, по левому краю с отступом. Нумерация таблиц может быть сквозной или в пределах раздела. При нумерации в пределах раздела номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. На все таблицы в тексте должны быть приведены ссылки. При ссылке следует писать слово «табл.» с указанием номера таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью

таблицы. Над другими частями той же таблицы, с выравниванием по левому краю, пишут «Продолжение таблицы» с указанием ее номера. В случае переноса таблицы на следующую страницу выполняют нумерацию столбцов в первой части таблицы и на последующих страницах таблицу начинают с нумерации столбцов, соответствующей первой части.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Если в таблицах представлены цифровые значения, показатели и т. п., то следует указывать и единицы их измерения. Допускается номер шрифта для таблиц – 12. Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Список используемых источников должен отражать только те источники, которые были использованы при подготовке курсового проекта. В качестве источников могут применяться учебная и техническая литература, научные издания, нормативно-правовые источники, электронные носители и сайты. В случае использования материалов сайтов следует внимательно относиться к достоверности представленной информации. Рекомендуются отдавать предпочтение официальным сайтам. Ссылки на использованные источники следует указывать порядковым номером библиографического описания источника в списке использованных источников. Порядковый номер ссылки заключают в квадратные скобки. При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения при условии полного описания стандарта и технических условий в списке использованных источников в соответствии с ГОСТ 7.1. Включенная в список литература нумеруется последовательно от первого до последнего наименования арабскими цифрами с точкой и с абзацного отступа. Литература, включенная в список, группируется в порядке появления ссылок в тексте работы. Примеры библиографических записей приведены в прил. 6.

Приложения оформляют после библиографического списка как продолжение курсового проекта. В тексте курсового проекта на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте пояснительной записки. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине слова «Приложение» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Если в пояснительной записке одно приложение, оно обозначается «Приложение А». Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения. Приложения должны иметь общую с остальной частью курсового проекта сквозную нумерацию страниц.

Графическая часть курсового проекта выполняется на листах формата А3 (297 x 420 мм) карандашом или в системе автоматизированного проектирования в соответствии с правилами выполнения чертежей, установленными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Чертежи графической части должны иметь основную надпись. Высота букв и цифр на чертежах должна быть не менее 3,5 мм. Условные графические изображения оборудования и изделий следует принимать в соответствии со стандартами ЕСКД и СПДС. В качестве примера выполнения графической части можно привести прил. 3.

Выполненный и оформленный курсовой проект сдается на проверку и рецензирование в установленные сроки. В проверенный курсовой проект обучающиеся обязаны внести необходимые исправления и дополнения в соответствии с замечаниями рецензента. После этого исправленный курсовой проект выносится на защиту.

Защита курсового проекта проводится в форме доклада обучаемого по курсовому проекту и последующего собеседования на предмет принятых и описываемых проектных решений. Доклад по курсовому проекту выполняется в свободной форме, но включает тему курсового проекта, цель и задачи, краткое описание выполненных расчетов и обоснования принятых технических решений, выводы. Курсовой проект, выполненный не по своему варианту, а также не полностью освещающий вопросы задания, к проверке не допускается, а выполняется заново с учетом замечаний рецензента и указанием на титульном листе «повторный».

Обучающиеся, не представившие в срок курсовой проект без уважительных причин, к итоговому контролю по дисциплине не допускаются.

### **1.3. Варианты заданий для курсового проекта**

Задание на курсовое проектирование выбирается обучаемыми в соответствии с порядковым номером в журнале из представленных ниже вариантов [14, 15, 16, 17] и оформляется в соответствии с образцом в приложении 2.

## Вариант 1

<b>Автомобиль</b>			MITSUBISHI Pajero (3 дв) V65	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x4 4385x1875x1850 2545 1560/1560 2510 265/70R16 гидравлический дисковые 5,3 0,750/0,732	
<b>Двигатель</b>			Mitsubishi Motors Corp. Рядный четырехцилиндровый четырехтактный дизельный с турбонаддувом 4M41	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			121 (3800)  373 (2000)	
<b>Трансмиссия</b>			Механическая	
Марка и тип сцепления  Марка и тип КПП  Передаточные числа КПП:			Daikin Mfg. Corp., сухое однодисковое. Mitsubishi, V5M31, синхронизированная с ручным управлением	
1	2	3	4	5
4,234	2,238	1,398	1,00	0,819
Раздаточная коробка  Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее  Главная передача  Передаточное число главной передачи			MR567225 механическая двухступенчатая  1,0 1,9  Mitsubishi Motors Corp. одинарная, гипоидная 4,3	
<b>Условия движения</b>			Асфальтобетонное шоссе, сухое/мокрое	

## Вариант 2

<b>Автомобиль</b>			Land Rover Discovery GM88	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x4 4705x1885x1900 2540 1540/1560 2880 255/55R18 гидравлический дисковые 5,75 0,750/0,732	
<b>Двигатель</b>			Land Rover 16P. Рядный четырехцилиндровый четырехтактный дизельный	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			101,5 (4200)  340 (1950)	
<b>Трансмиссия</b>			Механическая	
Марка и тип сцепления			фрикционное, сухое однодисковое.	
Марка и тип КПП			Land Rover P380, с ручным управлением	
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,692	2,132	1,397	1,0	0,770
Раздаточная коробка			Land Rover LT230SE механическая двухступенчатая	
Передаточные числа раздаточной коробки:				
- высшее			1,211	
- низшее			3,320	
Главная передача			одинарная, гипоидная	
Передаточное число главной передачи			3,538	
<b>Условия движения</b>			Грунтовая дорога, сухая/мокрая	

### Вариант 3

Автомобиль			ВАЗ 2114	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4х2/передние 4122х1650х1402 2460 1400/1370 1370 175/70R13 гидравлический дисковые 5,2 0,562/0,552	
Двигатель			ВАЗ 2111. Рядный четырехцилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			57,2 (5400)  115,7 (3000)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			фрикционное, сухое однодисковое. ВАЗ, с ручным управлением	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,636	1,950	1,357	0,941	0,784
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			- -	
Главная передача			цилиндрическая косозубая	
Передаточное число главной передачи			3,7	
Условия движения			Асфальтобетонное шоссе, сухое/мокрое	

## Вариант 4

Автомобиль			Opel Astra G	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x2/передние 4252x1709x1425 2606 1460/1472 1740 195/60R15 гидравлический дисковые 5,4 0,570/0,558	
Двигатель			OPEL/GM Z22SE. Рядный четырехцилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			100 (5800)  203 (4000)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			Fichtel&Sachs / LUK / VALEO фрикционное, сухое однодисковое. Getrag F23-5SR, с ручным управлением	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,58	2,02	1,35	0,98	0,81
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			- -	
Главная передача			цилиндрическая косозубая	
Передаточное число главной передачи			3,95	
Условия движения			Асфальтобетонное шоссе, сухое/ грунтовая дорога, сухая	



## Вариант 5

Автомобиль			КамАЗ 43114	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			6х6 7960х2500х3200 3340+1320 2050/2050 15420 425/85R21 пневматический барабанные 11,3 2,050/2,690	
Двигатель			КамАЗ-740.11-240. V-образный восьмицилиндровый четырёхтактный дизельный	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			169 (2200)  814 (1400)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			КамАЗ-142 фрикционное, сухое двухдисковое. КамАЗ-142, с ручным управлением	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
7,82	4,03	2,50	1,53	1,00
Раздаточная коробка			КамАЗ, механическая двухступенчатая, с блокировкой межосевого дифференциала	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			0,917 1,692	
Главная передача			Двойная центральная	
Передаточное число главной передачи			6,53	
Условия движения			Снег, сухой/ мокрый	

## Вариант 6

<b>Автомобиль</b>			HYUNDAI H-1	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x2/задние 5035x1820x1980 3080 1570/1545 3050 205/70R15 гидравлический дисковые 5,6 0,750/0,732	
<b>Двигатель</b>			D4BH.	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			Рядный четырехцилиндровый четырехтактный дизельный	
<b>Трансмиссия</b>			Механическая	
Марка и тип сцепления  Марка и тип КПП  Передаточные числа КПП:			фрикционное, сухое однодисковое. KM135M, синхронизированная с ручным управлением	
1	2	3	4	5
3,986	2,155	1,414	1,00	0,813
Раздаточная коробка  Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее  Главная передача  Передаточное число главной передачи			-  - -  гипоидная  3,909	
<b>Условия движения</b>			Асфальтобетонное шоссе, мокрое/ щебеночное покрытие, мокрое	

## Вариант 7

<b>Автомобиль</b>			ГАЗ 2705	
<b>Характеристики:</b> - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы  - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4х2/задние 5500х2075х2200 2900 1700/1560 3500 185/75R16С гидравлический передние дисковые, задние барабанные 5,5 0,800/0,710	
<b>Двигатель</b>			ЗМЗ-4026.10. Рядный четырехцилиндровый четырехтактный бензиновый	
<b>Характеристики двигателя:</b> - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			63,4 (4500)  175 (2500)	
<b>Трансмиссия</b>			Механическая	
Марка и тип сцепления			ЗМЗ фрикционное, сухое однодисковое.	
Марка и тип КПП			ГАЗ, синхронизированная с ручным управлением	
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
4,050	2,340	1,395	1,000	0,849
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки:				
- высшее			-	
- низшее			-	
Главная передача			одинарная, гипоидная	
Передаточное число главной передачи			5,125	
<b>Условия движения</b>			Щебеночное покрытие, сухое/мокрое	

## Вариант 8

Автомобиль				BMW M5	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин, передние/задние - привод тормозной системы - тормозные механизмы  - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м				4x2/задние 4784x1800x1432 2830 1516/1531 2365 245/40ZR18/275/35ZR18 гидравлический дисковые  6,3 0,620/0,586	
Двигатель				BMW M GmbH, 508S1. V-образный восьмицилиндровый четырехтактный, бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)				294 (6600)  500 (3800)	
Трансмиссия				Механическая	
Марка и тип сцепления				Фрикционное, сухое однодисковое. Getrag, синхронизированная с ручным управлением	
Марка и тип КПП					
Передаточные числа КПП:					
1	2	3	4	5	6
4,23	2,53	1,67	1,23	1,00	0,83
Раздаточная коробка				-	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее				- -	
Главная передача				одинарная, гипоидная	
Передаточное число главной передачи				3,15	
Условия движения				Асфальтобетонное шоссе, сухое/мокрое	

## Вариант 9

Автомобиль				HONDA S2000	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы  - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м				4x2/задние 4135x1750x1285 2405 1470/1515 1535 225/50R16 гидравлический дисковые  5,4 0,552/0,542	
Двигатель				HONDA, F20C2. рядный, четырехцилиндровый четырёхтактный, бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)				177 (8300)  208 (7500)	
Трансмиссия				Механическая	
Марка и тип сцепления				Honda, фрикционное, сухое однодисковое.	
Марка и тип КПП				Honda, синхронизированная с ручным управлением	
Передаточные числа КПП:					
1	2	3	4	5	6
3,133	2,045	1,481	1,161	0,970	0,810
Раздаточная коробка				-	
Передаточные числа раздаточной коробки:					
- высшее				-	
- низшее				-	
Главная передача				одинарная, гипоидная	
Передаточное число главной передачи				4,756	
Условия движения				Асфальтобетонное шоссе, сухое/мокрое	

## Вариант 10

Автомобиль			КамАЗ 55111	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы  - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			6х4/задние 6680х2500х2710 2840+1320 2043/1890 22200 11.00 R20 пневматический барабанные  9,0 1,300/0,900	
Двигатель			КамАЗ 740.11-240. V-образный, восьмицилиндровый четырехтактный, дизельный	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			169 (2200)  814 (1400)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			КамАЗ-142, фрикционное, сухое двухдисковое. КамАЗ-152, синхронизированная с ручным управлением	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
6,38	3,29	2,04	1,25	0,815
Раздаточная коробка			-  - -	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее				
Главная передача				
Передаточное число главной передачи			Двухступенчатый редуктор  5,94	
Условия движения			Щебеночное покрытие, сухое/мокрое	

## Вариант 11

<b>Автомобиль</b>			УАЗ 3303	
Характеристики: - колесная формула - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы  - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x4 4881x1974x2355 2550 1445/1445 3050 215/90R15 гидравлический барабанные  6,3 0,870/0,710	
<b>Двигатель</b>			УМЗ-4178.	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			рядный, четырехцилиндровый четырехтактный, бензиновый  55,9 (4000) 159,8 (2350)	
<b>Трансмиссия</b>			Механическая	
Марка и тип сцепления  Марка и тип КПП  Передаточные числа КПП:			УАЗ, фрикционное, сухое однодисковое. УАЗ, синхронизированная с ручным управлением	
1	2	3	4	5
3,78	2,60	1,55	1,00	0,82
Раздаточная коробка  Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее  Главная передача  Передаточное число главной передачи			УАЗ, механическая двухступенчатая  1,00 1,94  УАЗ, одинарная коническая  4,111	
<b>Условия движения</b>			Грунтовая дорога, сухая/мокрая	

## Вариант 12

<b>Автомобиль</b>				Mercedes-benz E200	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы  - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м				4x2/задние 4795x1799x1402 2833 1528/1560 2010 205/65R15 гидравлический дисковые  5,7 0,620/0,586	
<b>Двигатель</b>				Mercedes-benz M111 111942.	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)				рядный, четырехцилиндровый четырехтактный, бензиновый  100 (5500) 190 (4100)	
<b>Трансмиссия</b>				Механическая	
Марка и тип сцепления  Марка и тип КПП  Передаточные числа КПП:				Mercedes-benz, фрикционное, сухое однодисковое. SG-S 270/5.3, механическая с ручным управлением	
1	2	3	4	5	6
4,46	2,61	1,72	1,25	1,00	0,84
Раздаточная коробка  Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее  Главная передача  Передаточное число главной передачи				-  - -  Mercedes-benz, одинарная гипоидная  3,07	
<b>Условия движения</b>				Асфальтобетонное шоссе, сухое /лед, сухой	



### Вариант 13

<b>Автомобиль</b>			УАЗ 3159	
Характеристики: - колесная формула - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы  - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x4 4570x1940x2105 2760 1600/1600 2800 225/75R16 гидравлический барабанные  6,0 0,790/0,695	
<b>Двигатель</b>			ЗМЗ-409.	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			рядный, четырехцилиндровый четырехтактный, бензиновый  94,1 (4400) 217,6 (2500)	
<b>Трансмиссия</b>			Механическая	
Марка и тип сцепления  Марка и тип КПП  Передаточные числа КПП:			УАЗ, фрикционное, сухое однодисковое. УАЗ, синхронизированная с ручным управлением	
1	2	3	4	5
3,78	2,60	1,55	1,00	0,82
Раздаточная коробка  Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее  Главная передача  Передаточное число главной передачи			УАЗ, механическая двухступенчатая  1,00 1,47  УАЗ, одинарная коническая  4,625	
<b>Условия движения</b>			Грунтовая дорога, сухая/мокрая	

## Вариант 14

Автомобиль			Audi TT	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x2/передние 4401x1764x1347 2410 1528/1512 1675 225/45R17 гидравлический дисковые 5,3 0,560/0,545	
Двигатель			AUDI AG AUQ. Рядный четырехцилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			132 (5500)  235 (3500)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			фрикционное, сухое однодисковое. FM52 J036, с ручным управлением	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,300	1,944	1,308	1,034	0,838
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			- -	
Главная передача			Цилиндрическая косозубая	
Передаточное число главной передачи			3,938	
Условия движения			Асфальтобетонное шоссе, сухое/ снег, сухой	

## Вариант 15

Автомобиль			ВАЗ 21214	
Характеристики: - колесная формула - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x4 3720x1680x1640 2200 1430/1400 1610 185/75R16 гидравлический дисковые/барабанные 5,8 0,720/0,615	
Двигатель			ВАЗ 21214-10. Рядный четырехцилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			59,5 (5000)  129,5 (3600)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			ВАЗ, фрикционное, сухое однодисковое.	
Марка и тип КПП			ВАЗ, с ручным управлением	
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,667	2,100	1,361	1,000	0,819
Раздаточная коробка			ВАЗ, механическая двухступенчатая	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			1,200 2,135	
Главная передача			Одинарная гипоидная	
Передаточное число главной передачи			3,9	
Условия движения			Снег, сухой/мокрый	

## Вариант 16

<b>Автомобиль</b>				Porsche 996	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м				4x2/задние 4430x1770x1305 2350 1461/1480 1730 225/40 ZR18 гидравлический дисковые 5,2 0,557/0,550	
<b>Двигатель</b>				M96/03S. Оппозитный шестицилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)				254 (6600)  370 (4800)	
<b>Трансмиссия</b>				Механическая	
Марка и тип сцепления  Марка и тип КПП  Передаточные числа КПП:				фрикционное, сухое однодисковое. с ручным управлением, синхронизированная	
1	2	3	4	5	6
3,82	2,20	1,52	1,22	1,02	0,84
Раздаточная коробка  Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее  Главная передача  Передаточное число главной передачи				-  - -  гипоидная  3,44	
<b>Условия движения</b>				Асфальтобетонное шоссе, сухое/мокрое	

## Вариант 17

Автомобиль			VOLKSWAGEN LT46	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4х2/задние 6535х1994х2610 4025 1640/1552 4600 225/70 R15C гидравлический дисковые 6,2 0,900/0,822	
Двигатель			Volkswagen AG, ANJ. рядный пятицилиндровый четырехтактный дизельный	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			80 (3700)  275 (3000)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			фрикционное, сухое однодисковое. с ручным управлением, синхронизированная	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
5,053	2,601	1,521	1,000	0,784
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			- -	
Главная передача			гипоидная	
Передаточное число главной передачи			4,857	
Условия движения			Снег, сухой/мокрый	

## Вариант 18

<b>Автомобиль</b>			КамАЗ 4326	
Характеристики: - колесная формула - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы  - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x4 7730x2500x3290 4200 2050/2050 12600 425/85 R21 пневматический барабанные  11,5 1,650/1,120	
<b>Двигатель</b>			КамАЗ 740.11-240. V-образный, восьмицилиндровый четырехтактный, дизельный	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			169 (2200)  814 (1400)	
<b>Трансмиссия</b>			Механическая	
Марка и тип сцепления			КамАЗ-142, фрикционное, сухое двухдисковое.	
Марка и тип КПП			КамАЗ-142, синхронизированная с ручным управлением	
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
7,82	4,03	2,50	1,53	1,00
Раздаточная коробка			КамАЗ, механическая двухступенчатая	
Передаточные числа раздаточной коробки:				
- высшее			0,917	
- низшее			1,692	
Главная передача			Двухступенчатый редуктор	
Передаточное число главной передачи			6,53	
<b>Условия движения</b>			Щебеночное покрытие, сухое/снег, сухой	

## Вариант 19

Автомобиль			HONDA Accord	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x2/передние 4595x1750x1430 2675 1509/1523 1890 205/50 R16 гидравлический дисковые 5,85 0,575/0,540	
Двигатель			Honda F20B6. рядный четырехцилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			108 (6000)  184 (4800)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			Honda фрикционное, сухое однодисковое. с ручным управлением, синхронизированная	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,285	1,807	1,266	0,966	0,787
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			- -	
Главная передача			гипоидная	
Передаточное число главной передачи			4,266	
Условия движения			Асфальтобетонное шоссе, сухое/мокрое	

## Вариант 20

<b>Автомобиль</b>			HYUNDAI Getz	
<b>Характеристики:</b> - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4х2/передние 3810х1665х1490 2455 1450/1440 1530 185/55 R15 гидравлический дисковые 5,00 0,630/0,596	
<b>Двигатель</b>			Hyundai Motor Company, G4EA.	
<b>Характеристики двигателя:</b> - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			рядный четырехцилиндровый четырехтактный бензиновый  60,3 (5500)  116,7 (3200)	
<b>Трансмиссия</b>			Механическая	
Марка и тип сцепления			фрикционное, сухое	
Марка и тип КПП			однодисковое.	
Передаточные числа КПП:			с ручным управлением,	
			синхронизированная	
1	2	3	4	5
3,615	1,950	1,370	1,031	0,825
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки:			-	
- высшее			-	
- низшее			-	
Главная передача			Hyundai, цилиндрическая,	
			косозубая	
Передаточное число главной передачи			3,650	
<b>Условия движения</b>			Асфальтобетонное шоссе,	
			сухое/грунтовая дорога, сухая	



## Вариант 21

Автомобиль			TOYOTA Camry	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x2/передние 4815x1795x1500 2720 1550/1535 1935 215/60 R16 гидравлический дисковые 5,5 0,710/0,650	
Двигатель			Toyota, 2AZ-FE. рядный четырехцилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			112 (5600)  218 (4000)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			фрикционное, сухое однодисковое. Е354, с ручным управлением, синхронизированная	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,538	2,045	1,323	1,028	0,820
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			- -	
Главная передача			одинарная, цилиндрическая	
Передаточное число главной передачи			3,944	
Условия движения			Асфальтобетонное шоссе, мокрое/снег, мокрый	

## Вариант 22

Автомобиль			TOYOTA Land Cruiser 100/105	
Характеристики: - колесная формула - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x4 4890x1940x1880 2850 1620/1615 3260 275/70 R16 гидравлический дисковые 5,9 0,870/0,710	
Двигатель			Toyota, 1HD-FTE. рядный шестицилиндровый четырехтактный дизельный	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			150 (3400)  430 (1800)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			Aisin Seiki, фрикционное, сухое однодисковое.	
Марка и тип КПП			H151F, с ручным управлением, синхронизированная	
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
4,081	2,294	1,490	1,000	0,881
Раздаточная коробка			Aisin A1, механическая, двухступенчатая	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			1,000 2,488	
Главная передача			одинарная, гипоидная	
Передаточное число главной передачи			3,909	
Условия движения			Щебеночное покрытие, мокрое/грунтовая дорога, мокрая	

## Вариант 23

Автомобиль			JAGUAR S-Type	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4х2/задние 4861х1819х1448 2909 1534/1542 2180 225/55 R16 гидравлический дисковые 6,1 0,564/0,556	
Двигатель			Jaguar 2,5 V6. V-образный шестицилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			147 (6800)  245 (4000)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			Jaguar фрикционное, сухое однодисковое.	
Марка и тип КПП			Getrag 221, с ручным управлением, синхронизированная	
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
4,230	2,519	1,665	1,222	1,000
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки:				
- высшее			-	
- низшее			-	
Главная передача			Jaguar, гипоидная	
Передаточное число главной передачи			3,07	
Условия движения			Асфальтобетонное шоссе, мокрое/щебеночное покрытие, мокрое	

## Вариант 24

<b>Автомобиль</b>				IVECO Daily 50 C13	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м				4x2/задние 6568x2130x2955 3750 1696/1541 5200 225/70 R15 гидравлический дисковые 7,57 0,800/0,650	
<b>Двигатель</b>				Iveco-Sofim, 8140.43S. рядный четырехцилиндровый четырехтактный дизельный с турбонаддувом	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)				92 (3600)  290 (1800)	
<b>Трансмиссия</b>				Механическая	
Марка и тип сцепления  Марка и тип КПП  Передаточные числа КПП:				Valeo, Borg&Beck, Fitchel&Sachs, фрикционное, сухое однодисковое. ZFS6-300, с ручным управлением, синхронизированная	
1	2	3	4	5	6
6,766	4,018	2,549	1,745	1,286	1,000
Раздаточная коробка  Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее  Главная передача  Передаточное число главной передачи				-  - -  Iveco 4511, одинарная, гипоидная  3,917	
<b>Условия движения</b>				Асфальтобетонное шоссе, сухое/ мокрое	

## Вариант 25

<b>Автомобиль</b>			Mercedes-Benz «Sprinter»	
Характеристики: - колесная формула - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x4 5640x1994x2570 3550 1652/1652 2330 195/70 R15C гидравлический дисковые 7,15 0,780/0,640	
<b>Двигатель</b>			DaimlerChrysler AG, Mercedes-Benz OM 611 DELA 611.981. рядный четырехцилиндровый четырехтактный дизельный с турбонаддувом	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			95 (3800)  300 (2000)	
<b>Трансмиссия</b>			Механическая	
Марка и тип сцепления			Fitchel&Sachs M228, M24 или M250	
Марка и тип КПП			фрикционное, сухое однодисковое. Mercedes-Benz G32, с ручным управлением, синхронизированная	
Передаточные числа КПП:				
1			4	56
5,05			1,00	0,78
2				
2,60				
3				
1,52				
Раздаточная коробка			Mercedes-Benz, VG 320-3W одноступенчатая	
Передаточные числа раздаточной коробки:			1,0	
- высшее			-	
- низшее				
Главная передача			Mercedes-Benz, одинарная, гипоидная	
Передаточное число главной передачи			5,286	
<b>Условия движения</b>			Щебеночное покрытие, сухое/грунтовая дорога, сухая	

## Вариант 26

<b>Автомобиль</b>				Mercedes-Benz SKN Actros	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м				4x2/задние 6775x2489x4000 4500 2053/1802 18000 315/70R22,5 пневматический дисковые 7,45 1,160/0,758	
<b>Двигатель</b>				Mercedes-Benz OM 906 LA II/1	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)				V-образный шестицилиндровый четырехтактный дизельный с турбонаддувом  170 (2300)  810 (1300)	
<b>Трансмиссия</b>				Механическая	
Марка и тип сцепления  Марка и тип КПП  Передаточные числа КПП:				Mercedes-Benz MFZ 395 A(B) SAE2 фрикционное, сухое однодисковое. Mercedes-Benz G85-6/6.7, с ручным управлением, синхронизированная	
1	2	3	4	5	6
6,70	3,81	2,29	1,48	1,00	0,73
Раздаточная коробка  Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее  Главная передача  Передаточное число главной передачи				-  - -  Mercedes-Benz, одинарная, косозубая  6,284	
<b>Условия движения</b>				Щебеночное покрытие, сухое/мокрое	

## Вариант 27

Автомобиль			FORD Focus (DA2)	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x2/передние 4174x1702x1492 2615 1484/1472 1650 185/70R14 гидравлический дисковые 5,45 0,620/0,568	
Двигатель			Ford EYDK рядный четырехцилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			85 (5500)  160 (4400)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			фрикционное, сухое однодисковое B5. с ручным управлением, синхронизированная	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,154	1,926	1,281	0,951	0,756
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			- -	
Главная передача			цилиндрическая, косозубая	
Передаточное число главной передачи			4,059	
Условия движения			Асфальтобетонное шоссе, сухое / лед, сухой	

## Вариант 28

Автомобиль			CHEVROLET Niva	
Характеристики: - колесная формула - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x4 4048x1786x1652 2450 1450/1440 1800 205/70R15 гидравлический дисковые/барабанные 5,8 0,720/0,615	
Двигатель			ВАЗ 2123. Рядный четырехцилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			58,5 (5000)  127.4(4000)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			ВАЗ, фрикционное, сухое однодисковое.	
Марка и тип КПП			ВАЗ, с ручным управлением	
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,667	2,100	1,361	1,000	0,758
Раздаточная коробка			ВАЗ, механическая двухступенчатая	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			1,205 2,127	
Главная передача			Одинарная гипоидная	
Передаточное число главной передачи			3,9	
Условия движения			Грунтовая дорога, мокрая / снег, мокрый	



## Вариант 29

Автомобиль			VOLKSWAGEN Golf (5дв)	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4х2/передние 4257х1735х1457 2500 1520/1498 1860 195/65 R15 гидравлический дисковые 5,45 0,630/0,596	
Двигатель			Volkswagen, AUS. рядный четырехцилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			77 (5700)  148 (4500)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			фрикционное, сухое однодисковое. FM52K028 с ручным управлением, синхронизированная	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,445	1,944	1,370	1,032	0,850
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			- -	
Главная передача			цилиндрическая, косозубая	
Передаточное число главной передачи			4,250	
Условия движения			Асфальтобетонное шоссе, сухое/грунтовая дорога, сухая	

### Вариант 30

Автомобиль			MINI Cooper	
Характеристики: - колесная формула/ведущие колеса - габаритные размеры, ДхШхВ, мм - колесная база, мм - ширина колеи передних/задних колес, мм - полная масса, кг - маркировка шин - привод тормозной системы - тормозные механизмы - минимальный радиус поворота, м - высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м			4x2/передние 3626x1688x1408 2467 1460/1466 1505 195/55 R16 гидравлический дисковые 5,4 0,560/0,550	
Двигатель			BMW W10B16A. рядный четырехцилиндровый четырёхтактный бензиновый	
Характеристики двигателя: - максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин) - максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)			85 (6000)  149 (4500)	
Трансмиссия			Механическая	
Марка и тип сцепления			фрикционное, сухое однодисковое. с ручным управлением, синхронизированная	
Марка и тип КПП				
Передаточные числа КПП:				
1	2	3	4	5
3,42	1,95	1,33	1,05	0,850
Раздаточная коробка			-	
Передаточные числа раздаточной коробки: - высшее - низшее			- -	
Главная передача			цилиндрическая, косозубая	
Передаточное число главной передачи			3,94	
Условия движения			Асфальтобетонное шоссе, сухое/мокрое	

Обучающемуся может быть выдано индивидуальное задание на курсовой проект, связанное с выполнением научной работы по исследованию эксплуатационных параметров иных марок и моделей автомобилей. Задание выдается преподавателем кафедры. Методика выполнения не меняется, но может быть скорректирована.

## ГЛАВА 2. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ТРАНСМИССИИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

### 2.1. Общие сведения о выполнении кинематических схем

Система узлов и деталей, передающая энергию двигателя ведущим колесам и специальным агрегатам, называется *трансмиссией*. Назначение трансмиссии заключается также в изменении частоты вращения ведущих органов машин и подводимого к ним момента в заданных пределах по величине и направлению.

Основные требования к трансмиссии автомобилей:

- плавное изменение крутящего момента в интервале рабочих скоростей движения;
- простота конструкции агрегатов и надежность в эксплуатации;
- дешевизна изготовления, малый вес и небольшие габариты;
- легкость и удобство управления;
- экономичность работы двигателя в широком интервале изменения оборотов.

При выполнении первой главы курсового проекта необходимо:

- описать устройство и технические характеристики автомобиля;
- определить передаточные числа всех узлов трансмиссии;
- определить кинематическую схему каждого узла трансмиссии;
- составить и начертить на листе формата А3 кинематическую схему трансмиссии заданного автомобиля с указанием всех необходимых элементов.

*Кинематическая схема* – это схема, на которой показана последовательность передачи движения от двигателя через передаточный механизм к рабочим органам машины (ведущим колёсам автомобиля, специальным агрегатам и др.) и их взаимосвязь.

На чертежах, в поле для обозначения документа, после соответствующего шифра записывается обозначение вида схемы (К – кинематическая) и цифры. Цифры указывают на тип схемы. Типы схем представлены в табл. 13 [5].

Кинематические схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие типы:

- принципиальные;
- структурные;
- функциональные.

На кинематической структурной схеме (К1) изображают все основные функциональные части изделия и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части показывают в виде прямоугольников или условных графических обозначений. Построение схемы должно давать наиболее

наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. На линиях взаимосвязей рекомендуется обозначать стрелками направление хода процессов, происходящих в изделии.

Таблица 13. Типы схем и их цифровое обозначение

Тип схемы	Цифровое обозначение
Структурные	1
Функциональные	2
Принципиальные	3
Соединений (монтажные)	4
Подключения	5
Общие	6
Расположения	7
Прочие	8
Объединенные	9

На функциональной кинематической схеме (К2) изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы), участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями. Функциональные части и связи между ними изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах. Рекомендуется указывать технические характеристики рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы, помещать поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках.

На принципиальной кинематической схеме (К3) изображают все кинематические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных кинематических процессов, все кинематические связи между ними, а также кинематические элементы (двигатель, вал и т. п.), которые входят в состав изделия. Принципиальная схема, как правило, дает детальное представление о принципах работы изделия. Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии. Элементы изделия на схеме вычерчивают в виде условных графических изображений, установленных в стандартах.

Условные графические изображения элементов машин и механизмов, характера и направления движения, а также правила выполнения кинематических схем представлены в следующих документах:

1. ГОСТ 2.770 – 68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики (с Изменением № 1) [9].

2. ГОСТ 2.721 – 74. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения (с Изменениями № 1, 2, 3, 4) [7].
3. ГОСТ 2.747 – 68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений (с Изменением № 1) [8].
4. ГОСТ 2.303 – 68. ЕСКД. Линии (с Изменениями № 1, 2, 3) [4].
5. ГОСТ 2.703 – 2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения кинематических схем [6].

Особое внимание следует уделить правилам выполнения кинематических схем [6] и придерживаться их при составлении принципиальной кинематической схемы трансмиссии автомобиля.

В прил. 3, в качестве примера, представлена кинематическая схема трансмиссии автомобиля ЗИЛ-131.

## 2.2. Примеры кинематических схем элементов трансмиссии

Правильно выполненная кинематическая схема существенно облегчает последующие расчет и анализ тягово-скоростных и эксплуатационных свойств автомобиля. Поэтому ниже приведены примеры кинематических схем различных элементов трансмиссии пожарного автомобиля [2].

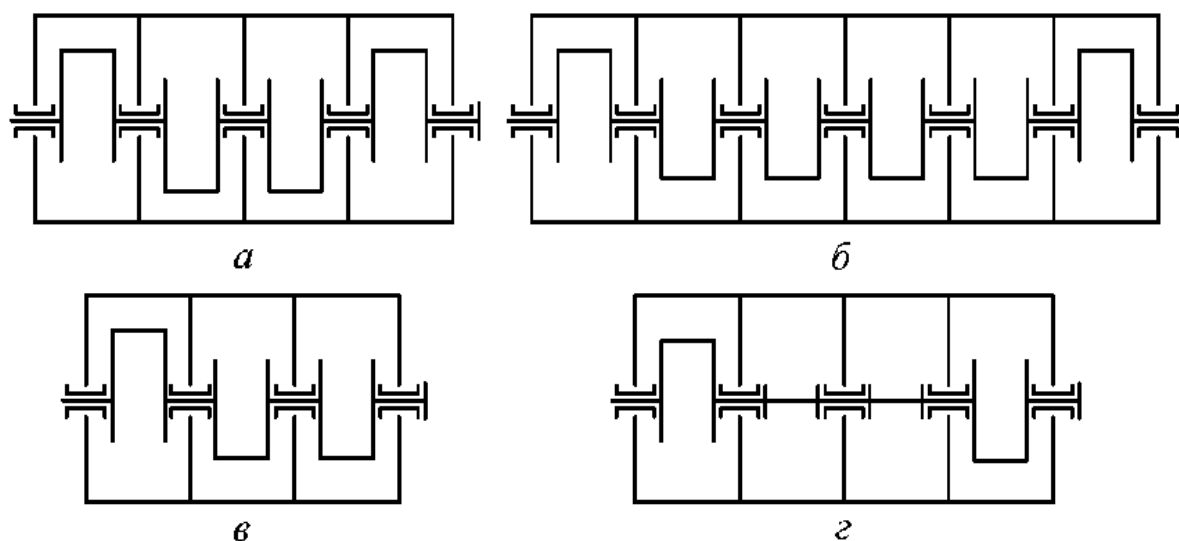


Рис. 2. Кинематические схемы двигателей:

*а* – четырехцилиндровый рядный; *б* – шестицилиндровый рядный;  
*в* – шестицилиндровый V-образный; *г* – восьмицилиндровый V-образный

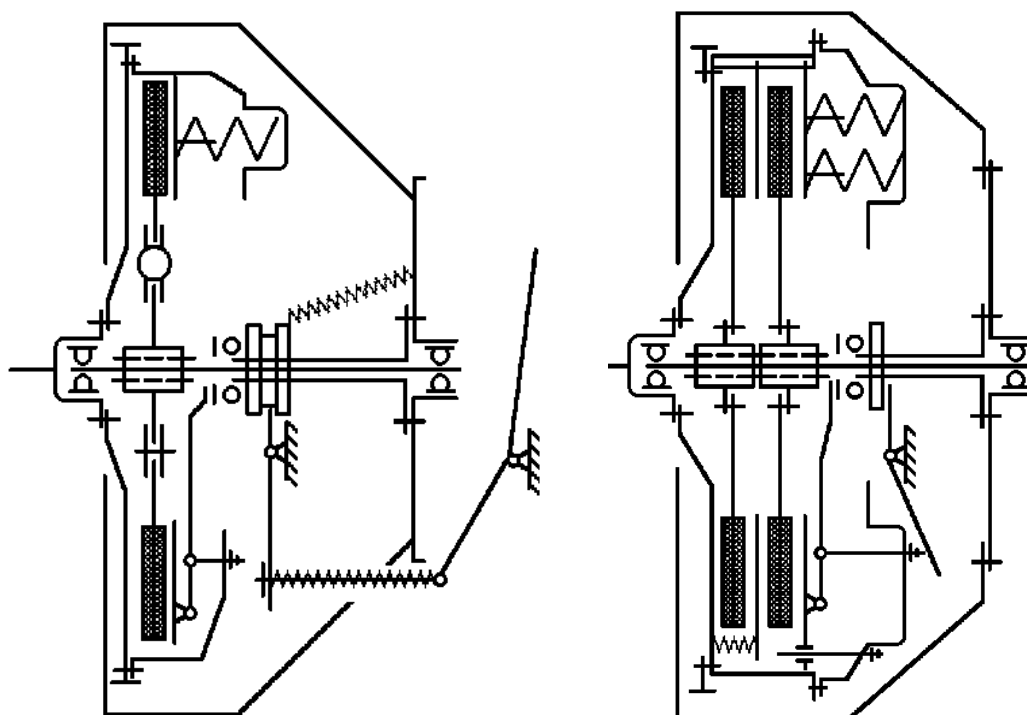


Рис. 3. Кинематические схемы сцепления:  
слева – однодисковое; справа – двухдисковое

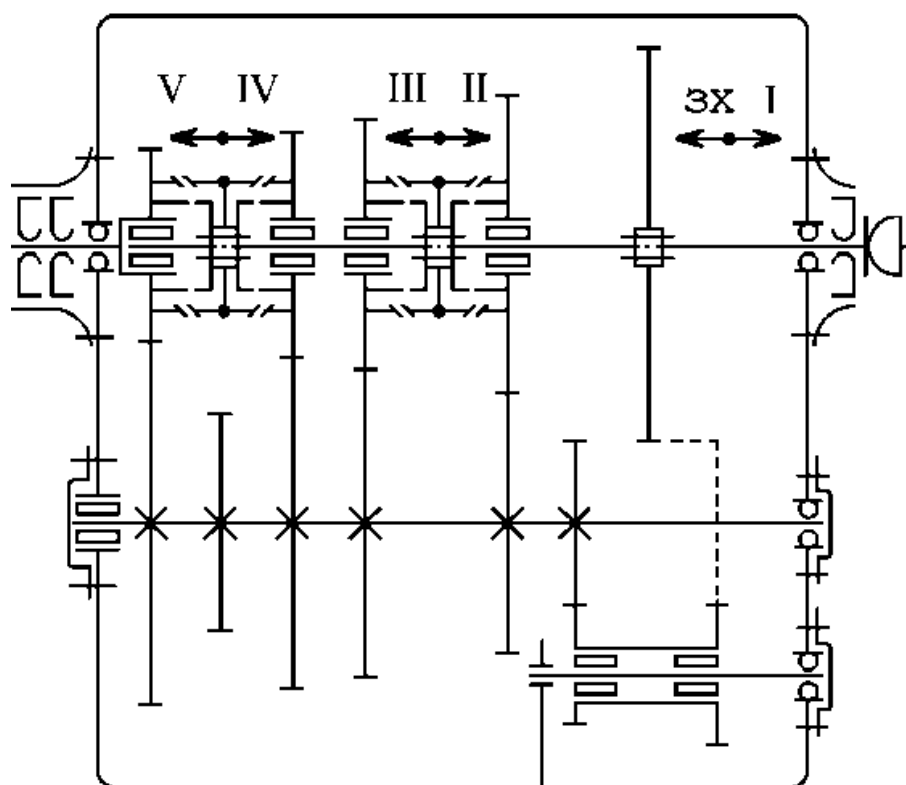


Рис. 4. Кинематическая схема пятиступенчатой КПП грузового автомобиля

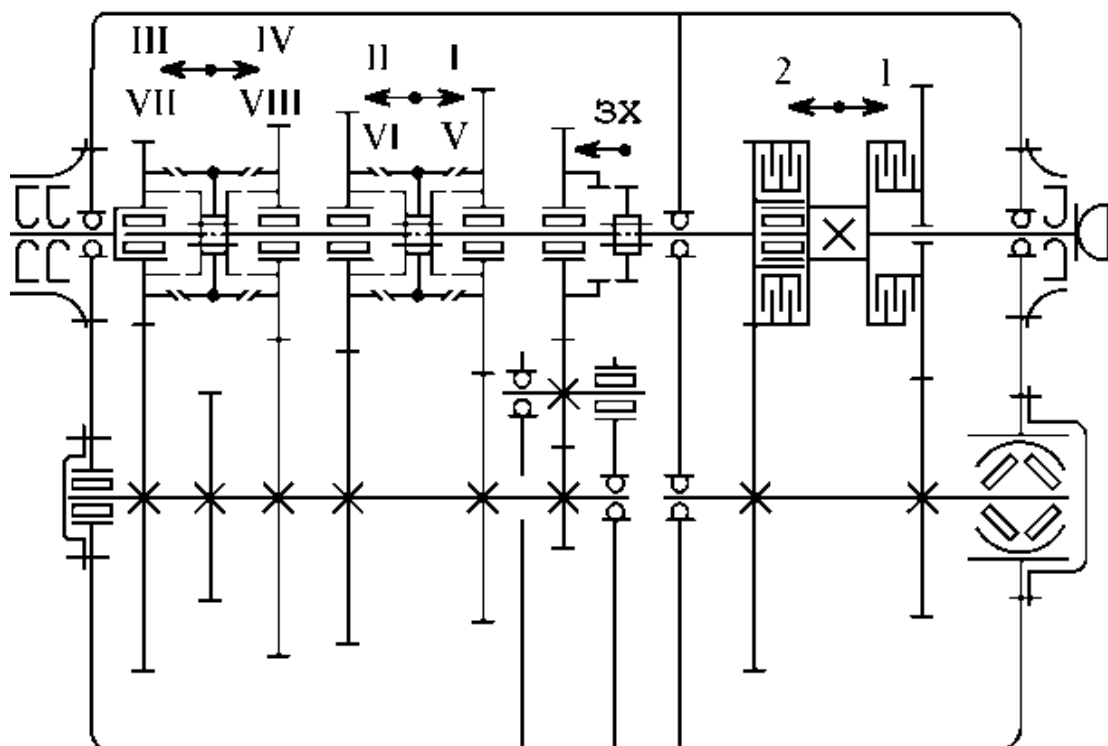


Рис. 5. Кинематическая схема восьмиступенчатой КПП грузового автомобиля

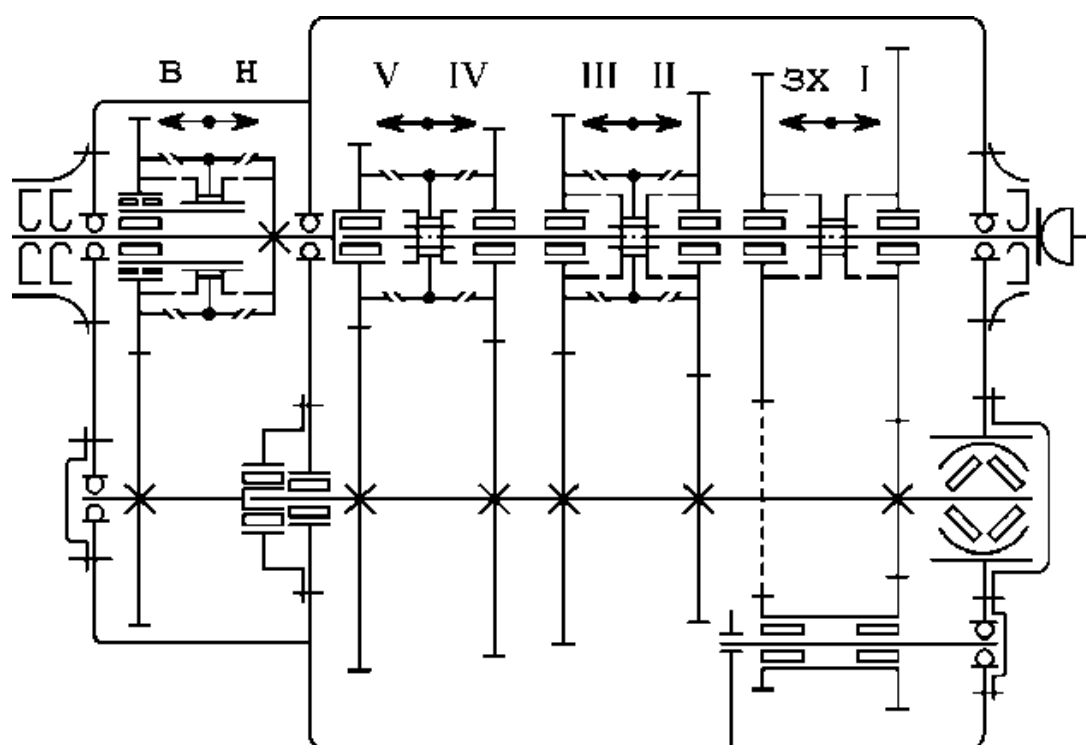


Рис. 6. Кинематическая схема десятиступенчатой КПП грузового автомобиля

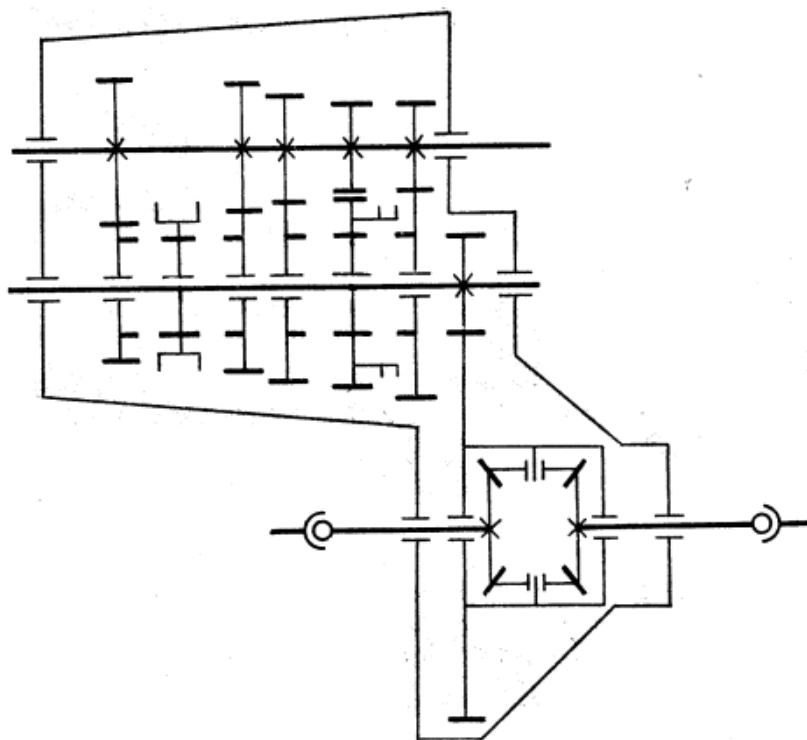


Рис. 7. Кинематическая схема двухвальной КПП легкового автомобиля с главной передачей и дифференциалом

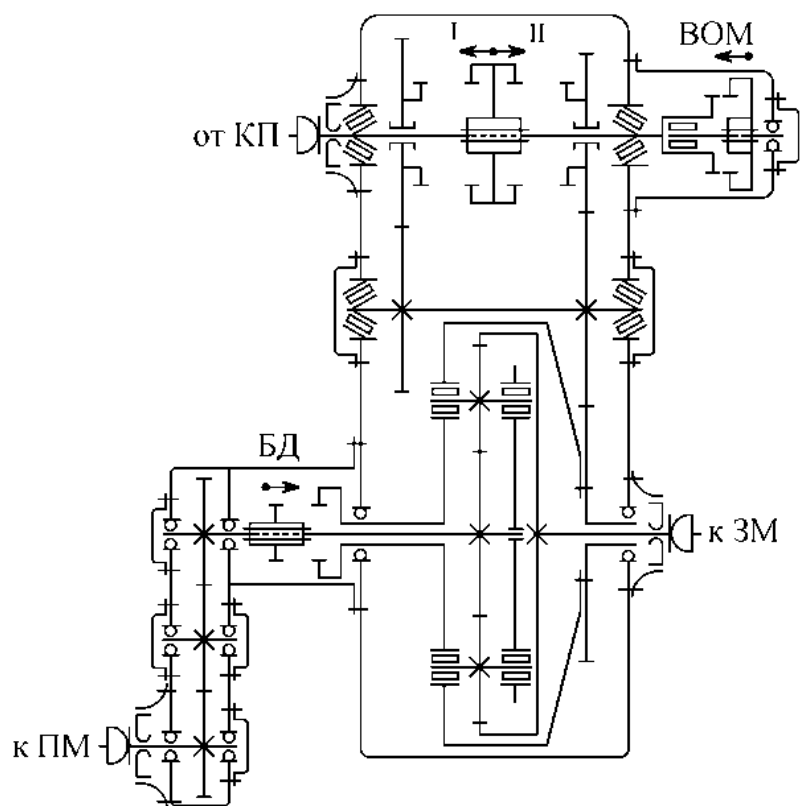


Рис. 8. Кинематическая схема раздаточной коробки с дифференциальным приводом ведущих мостов



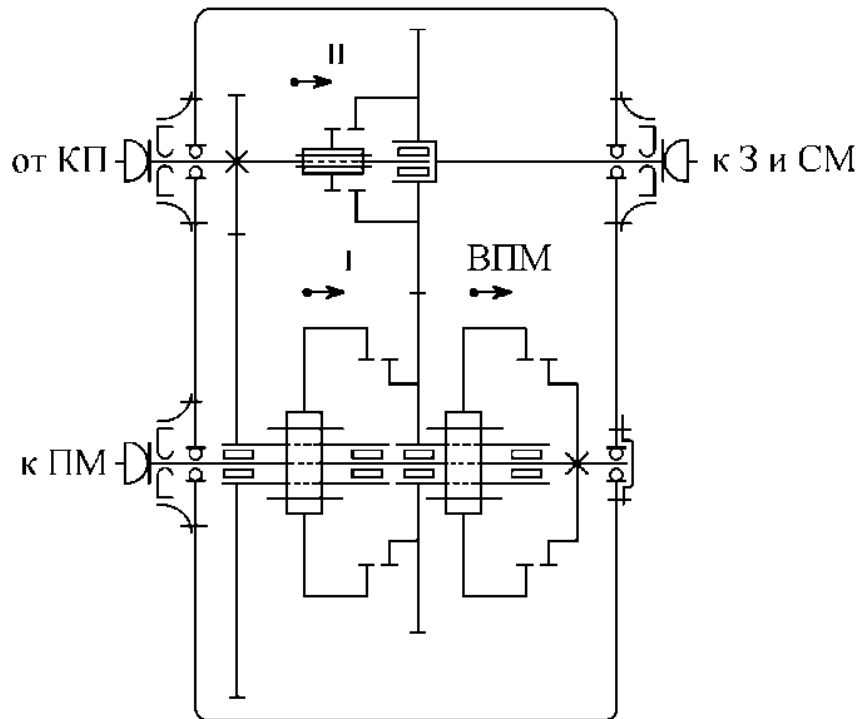


Рис. 9. Кинематическая схема раздаточной коробки с заблокированным приводом ведущих мостов

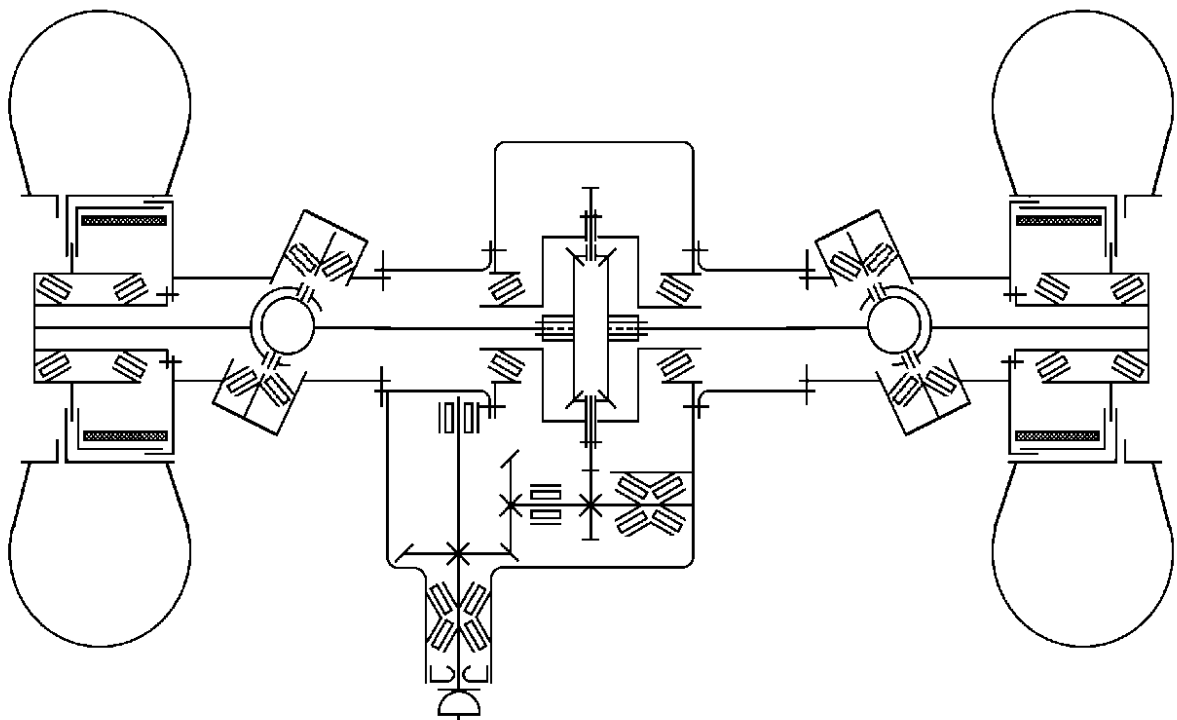


Рис. 10. Кинематическая схема переднего комбинированного моста автомобиля с двойной главной передачей и шарнирами равных угловых скоростей

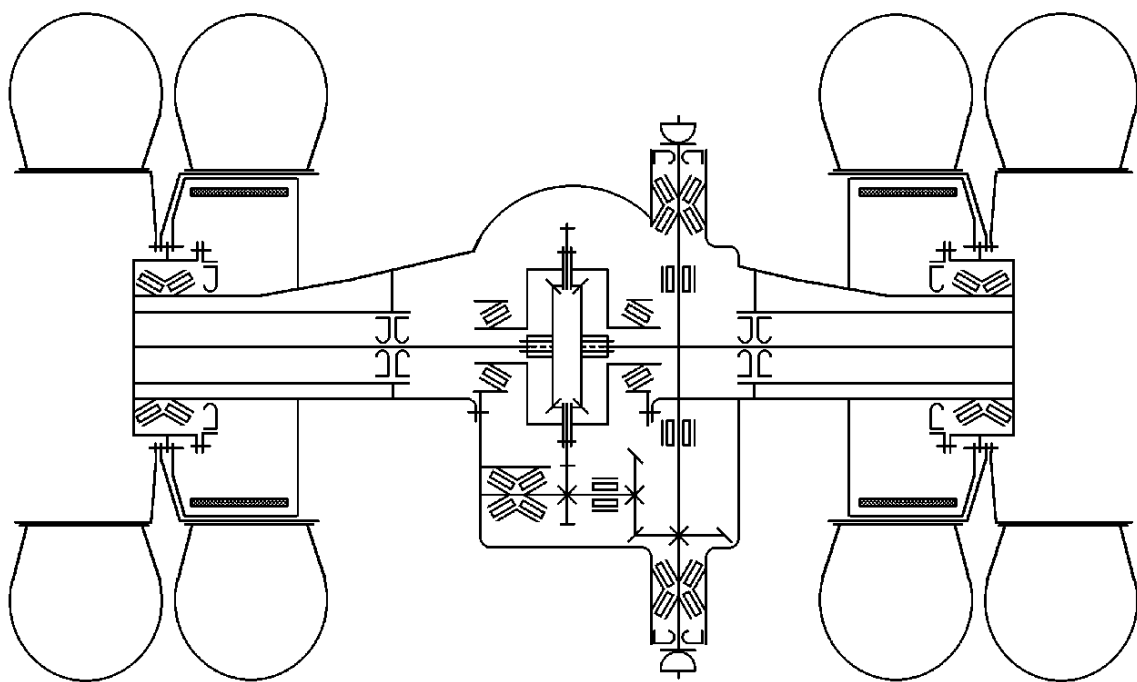


Рис. 11. Кинематическая схема среднего ведущего моста автомобиля с двойной главной передачей и проходным валом

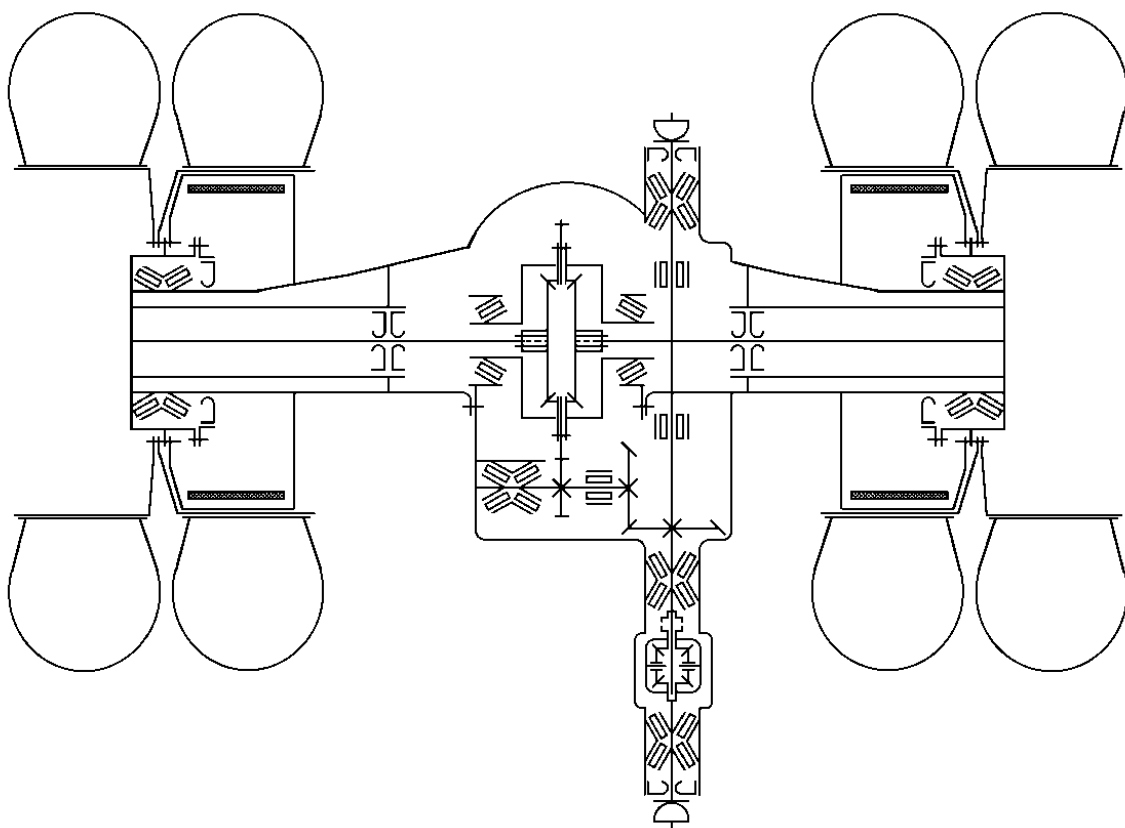


Рис. 12. Кинематическая схема среднего ведущего моста автомобиля с двойной главной передачей, проходным валом и межосевым дифференциалом

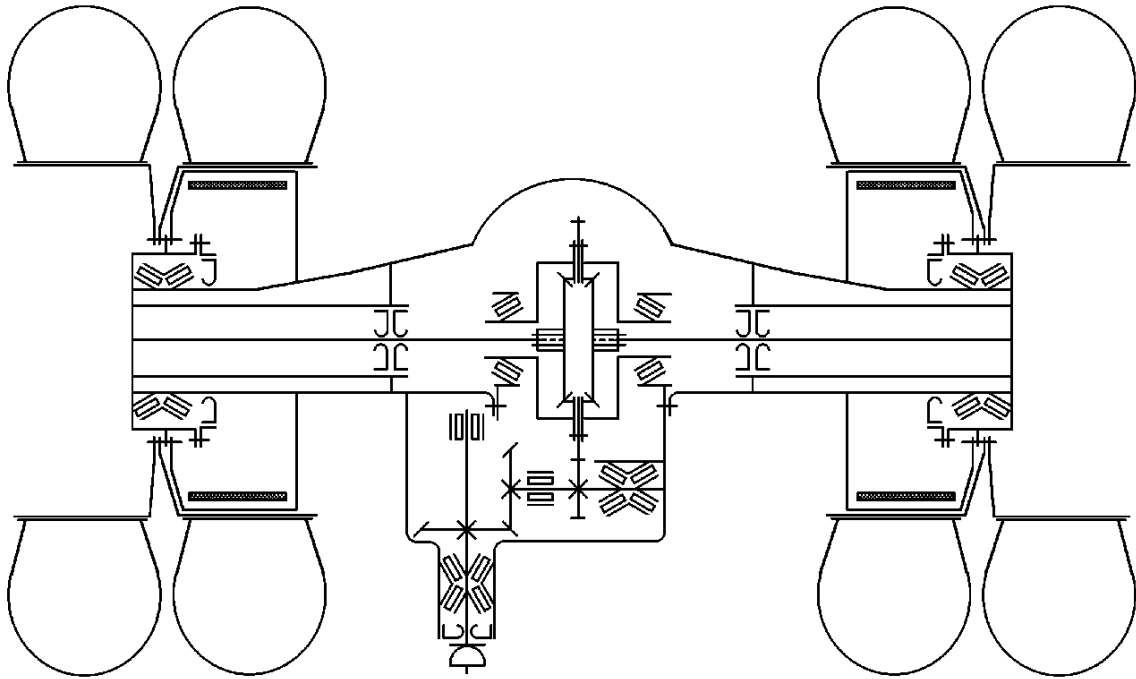


Рис. 13. Кинематическая схема заднего ведущего моста автомобиля с двойной главной передачей

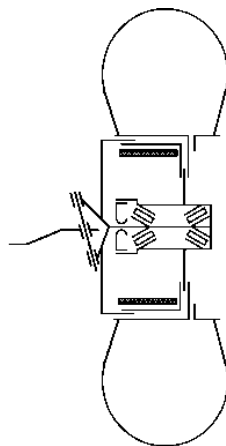


Рис. 14. Кинематическая схема переднего колеса автомобиля с колесной формулой 4×2

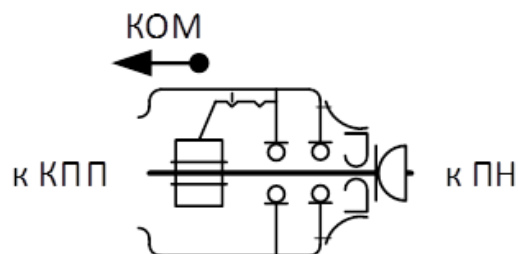


Рис. 15. Кинематическая схема коробки отбора мощности, устанавливаемой с торца приводного вала

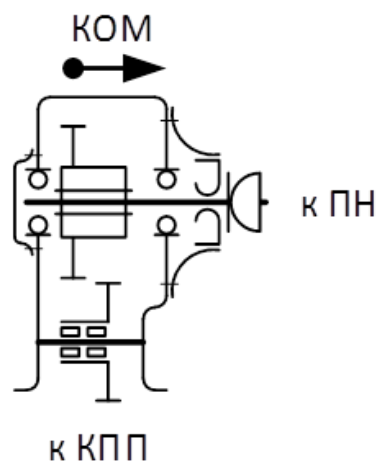


Рис. 16. Кинематическая схема коробки отбора мощности, устанавливаемой к приводному валу через зубчатую передачу

Следует отметить, что здесь приведены лишь примеры выполнения кинематических схем некоторых узлов и агрегатов, которые могут применяться в конструкции автомобилей. По каждому варианту надо внимательно изучать устройство заданных узлов, агрегатов и систем, после чего изображать их в виде кинематической схемы.

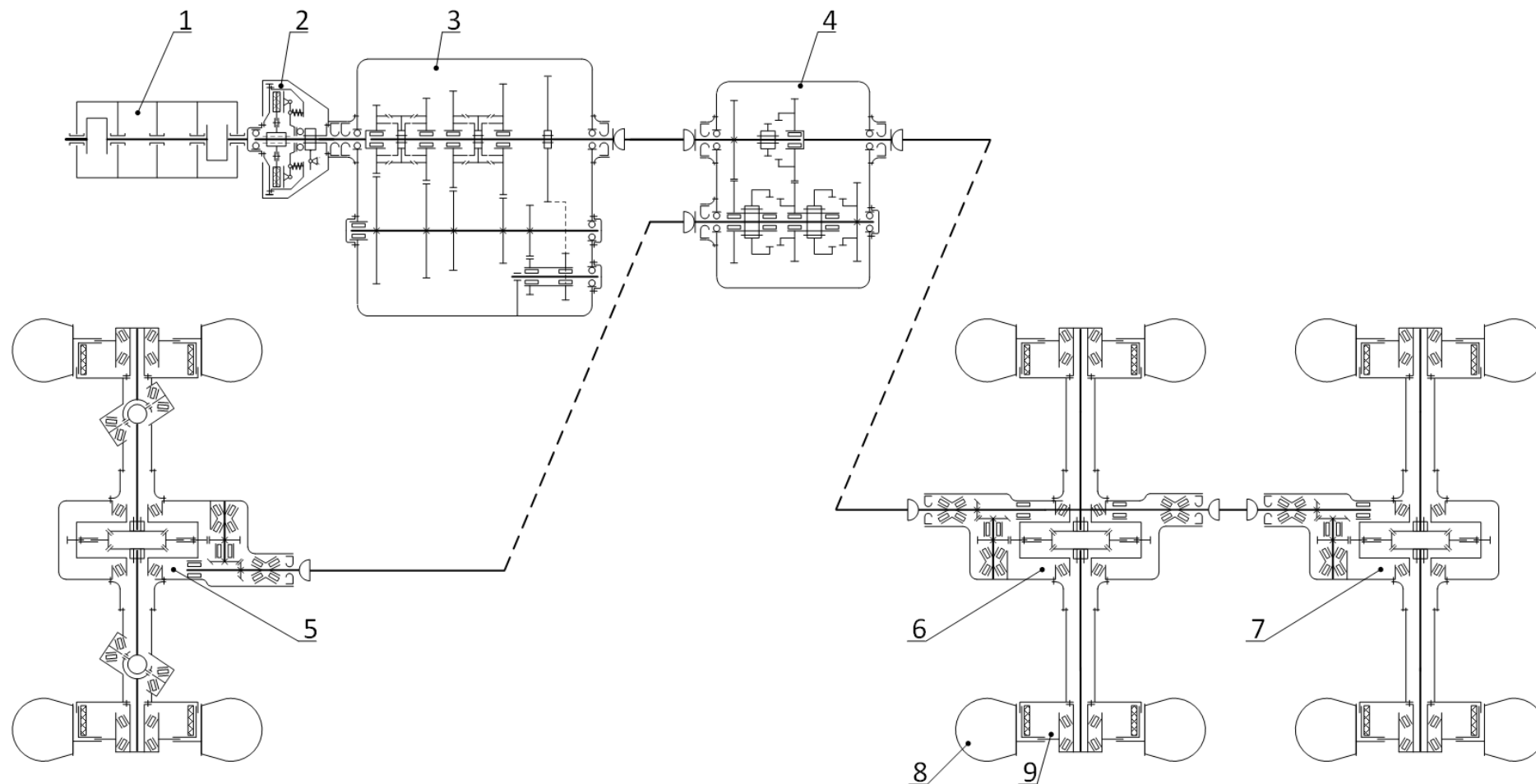


Рис. 17. Кинематическая схема трансмиссии ЗИЛ-131:

1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – коробка переключения передач;  
 4 – раздаточная коробка; 5 – редуктор переднего моста с главной передачей; 6 – редуктор среднего моста с главной передачей; 7 – редуктор заднего моста с главной передачей; 8 – шины; 9 – колесные диски

## ГЛАВА 3. РАСЧЕТ ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Двигатель внутреннего сгорания служит для преобразования тепловой энергии, получаемой при сгорании топлива в цилиндрах, в механическую энергию движения поршня, передаваемую через шатун и приводящую во вращение коленчатый вал с маховиком. От мощности и крутящего момента двигателя автомобиля во многом зависят его характеристики: ускорение, скорость движения.

Для передачи создаваемого крутящего момента к колесам автомобилей необходим еще ряд механизмов, которые трансформируют эту энергию, позволяют включать или отключать передачу энергии к колесам, понижать или повышать число оборотов и крутящий момент, распределять крутящий момент между осями и отдельными колесами. Все эти и некоторые другие функции выполняет *трансмиссия* – сложный набор редукторов, карданных валов, опор и соединений.

От трансмиссии зависят изменение и реализация крутящего момента, что влияет на оперативные характеристики и проходимость пожарного автомобиля.

Для изучения процесса изменения полученного крутящего момента трансмиссией и ее влияния на динамические характеристики автомобиля можно применить методику расчета [1, 3, 14], которая позволяет моделировать тяговые и динамические характеристики выбранного автомобиля во всем диапазоне оборотов двигателя и на каждой передаче.

Методика включает ряд последовательных расчетов:

- расчет внешней скоростной характеристики двигателя;
- расчет тяговой характеристики автомобиля;
- расчет динамической характеристики автомобиля;
- расчет ускорения автомобиля

На рис. 17, в качестве примера приведена кинематическая схема трансмиссии автомобиля ЗИЛ-131, которая показывает взаимосвязь элементов конструкции двигателя и трансмиссии.

### 3.1. Расчет внешней скоростной характеристики двигателя

Внешняя скоростная характеристика является основой технического расчета двигателя. Ее расчет ведется, как правило, по формуле С. Р. Лейдермана:

$$N_E = N_{E \max} \cdot \left( a \cdot \left( \frac{n}{n_N} \right) + b \cdot \left( \frac{n}{n_N} \right)^2 - c \cdot \left( \frac{n}{n_N} \right)^3 \right), \quad (1)$$

где  $N_E$  – текущее значение эффективной мощности, кВт;

$N_{E \max}$  – максимальное значение эффективной мощности, кВт;

$a, b, c$  – постоянные для каждого типа двигателя коэффициенты (для бензинового двигателя  $a = b = c = 1$ , для дизельного двигателя  $a = 0,53$ ;  $b = 1,56$ ;  $c = 1,09$ ;

$n$  – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, об · мин<sup>-1</sup>;

$n_N$  – частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, об · мин<sup>-1</sup>.

Эффективный вращающий момент двигателя  $M_E$  при этом определяется по формуле:

$$M_E = 9550 \cdot \frac{N_E}{n}, \quad (2)$$

где  $n$  – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, об · мин<sup>-1</sup>.

Далее последовательно задаются текущие значения частоты вращения коленчатого вала двигателя от минимального, принимаемого в пределах от 500 до 800 об · мин<sup>-1</sup>, до максимального. За максимальное значение частоты можно принять частоту вращения на 1000 – 1500 оборотов больше, чем частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя.

Далее для заданных частот вращения коленчатого вала по формулам (1) и (2) рассчитываются значения эффективной мощности  $N_E$  и вращающего момента  $M_E$  двигателя.

Для примера в табл. 14 приведены параметры двигателя ЗИЛ-5081, необходимые для расчета внешней скоростной характеристики.

По данным технических характеристик и формулам (1) и (2) были рассчитаны значения эффективной мощности и вращающего момента для различных оборотов коленчатого вала. Для удобства расчет выполнялся в программе Microsoft Excel.

В результате для двигателя ЗИЛ-5081 получили табл. 15 с расчетными данными. По полученным значениям был построен график (рис. 18), соответствующий внешней скоростной характеристике двигателя.

Таблица 14. Исходные данные для расчета

Модель двигателя	ЗИЛ-5081
Тип двигателя	бензиновый
Максимальная полезная мощность $N_{E \max}$ , кВт при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	110,4 3200
Максимальный полезный крутящий момент $M_{E \max}$ , Н·м при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	401,8 1800-2000
Рабочий объем, л	6,0
Степень сжатия	6,5

Таблица 15. Внешняя скоростная характеристика ЗИЛ-5081

$N_{E\max}$ , кВт	$n$ , об/мин	$n_N$ , об/мин	$N_E$ , кВт	$M_E$ , Н · м
110,4	500	3200	12,89	246,16
	800		23,51	280,67
	1100		35,58	308,87
	1400		48,49	330,75
	1700		61,65	346,32
	2000		74,47	355,58
	2300		86,35	358,52
	2600		96,69	355,15
	2900		104,91	345,47
	3200		110,40	329,48

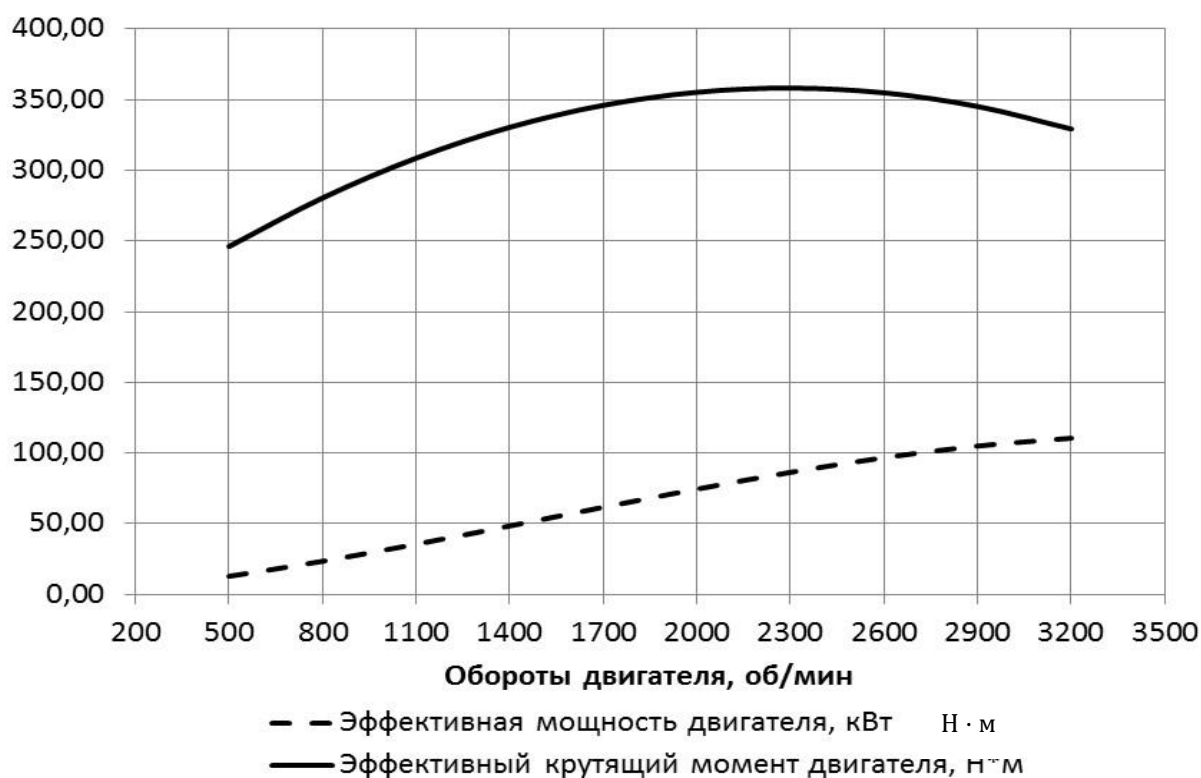


Рис. 18. Внешняя скоростная характеристика двигателя

Результаты расчета позволяют сделать вывод о том, что двигатель ЗИЛ-5081 обладает достаточно большими значениями мощности и крутящего момента в рабочем диапазоне оборотов. Полученные данные потребуются для расчета тяговой характеристики автомобиля, для чего следует выполнить расчет тяговых усилий на колесах, расчет скорости и ускорения на различных передачах.

### 3.2. Расчет тяговых характеристик автомобиля

Тяговое усилие на колесе определяется из выражения:

$$F_{K_i} = M_E \cdot u_{\text{кп}_i} \cdot u_{\Gamma} \cdot \frac{\eta_{\text{тп}}}{r_{\text{д}}}, \quad (3)$$



где  $F_{K_i}$  – тяговое усилие при  $i$ -й ступени коробки передач, Н;  
 $M_E$  – эффективный вращающий момент двигателя, принимаемый в соответствии с выбранными частотами вращения коленчатого вала по внешней скоростной характеристике, Н · м;  
 $u_{КП_i}$  – передаточное число  $i$ -й ступени коробки передач;  
 $u_{\Gamma}$  – передаточное число главной передачи;  
 $\eta_{\text{ТР}}$  – коэффициент полезного действия трансмиссии;  
 $r_{\text{д}}$  – динамический радиус колеса, м.

Коэффициент полезного действия (КПД) механической трансмиссии характеризует потери мощности в механизмах трансмиссии при ее передаче от первичного вала коробки передач до ведущих колес.

КПД механической трансмиссии  $\eta_{\text{ТР}}$  равен произведению коэффициентов полезного действия входящих в трансмиссию механизмов:

$$\eta_{\text{ТР}} = \eta_{\text{КП}} \cdot \eta_{\text{К}} \cdot \eta_{\text{ДК}} \cdot \eta_{\Gamma}, \quad (4)$$

где  $\eta_{\text{КП}}$  – КПД коробки передач (основной), принимаемый 0,96...0,98;  
 $\eta_{\text{К}}$  – КПД карданной передачи, для одного шарнира  $\eta_{\text{К}} = 0,995$ ;  
 $\eta_{\text{ДК}}$  – КПД дополнительной коробки (например, раздаточной), принимаемый в пределах 0,93...0,97;  
 $\eta_{\Gamma}$  – КПД главной передачи, варьируемый в пределах 0,93...0,97.

Например, для автомобиля ЗИЛ-131 коэффициент полезного действия трансмиссии будет равен:

$$\eta_{\text{ТР}} = 0,97 \cdot 0,995^8 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 0,84$$

В примере применяется степень «8», поскольку в системе трансмиссии восемь шарниров карданной передачи (см. прил. 3).

Для расчета скорости движения автомобиля необходимо определить типоразмер шин, динамический и статический радиусы колеса.

Динамический радиус колеса  $r_{\text{д}}$  (м) в первом приближении принимается равным статическому радиусу прототипа  $r_{\text{СТ}}$ , который приводится в ГОСТ Р 52899 – 2007 [11] на пневматические шины для грузовых автомобилей.

При отсутствии данных по статическому радиусу для эластичных шин используется следующее выражение:

$$r_{\text{д}} = 0,5 \cdot d + \lambda_{\text{Ш}} \cdot \Delta \cdot B_{\text{Ш}}, \quad (5)$$

где  $d$  – посадочный диаметр обода колеса, указанный в маркировке шины в мм или дюймах, м;  
 $\lambda_{\text{Ш}}$  – относительная радиальная деформация профиля шины (коэффициент смятия шины под нагрузкой), принимаемый  $\lambda_{\text{Ш}} = 0,89 \dots 0,9$ ;

$\Delta$  – отношение высоты профиля шины к ее ширине: для обычных автомобильных шин принимается  $\Delta = 1$ , для широкопрофильных и арочных указывается в маркировке шины;

$B_{\text{ш}}$ , – ширина профиля шины, указанная в маркировке, м.

Радиус качения колеса (кинематический)  $r_{\text{к}}$  определяется экспериментально. При отсутствии экспериментальных данных для диагональных шин принимают  $r_{\text{к}} = 1,02 r_{\text{д}}$ , для радиальных шин  $r_{\text{к}} = 1,04 r_{\text{д}}$ .

Например, на автомобиль ЗИЛ-131 устанавливаются шины размерностью 12.00 R20, где:

12 – ширина профиля шины в дюймах;

00 – обозначение полнопрофильной шины для грузовых автомобилей, у которой два нуля через точку означают отношение высоты профиля к ширине, равное 100 %;

R – радиальная;

20 – монтажный диаметр шины (в дюймах).

Для этих шин динамический и кинематический радиусы будут равны:

$$r_{\text{д}} = 0,5 \cdot 0,508 + 0,9 \cdot 1 \cdot 0,305 = 0,529 \text{ м};$$

$$r_{\text{к}} = 1,04 \cdot 0,529 = 0,55 \text{ м}.$$

Скорость движения автомобиля  $v_{\text{А}}$  (м/с) при заданной частоте вращения коленчатого вала двигателя  $n$  (об/мин) с учетом передаточного числа трансмиссии вычисляется по формуле:

$$v_{\text{А}} = 0,105 \cdot r_{\text{к}} \cdot \frac{n}{u_{\text{ТР}}}, \quad (6)$$

где  $r_{\text{к}}$  – кинематический радиус качения колеса, м;

$u_{\text{ТР}}$  – общее передаточное число трансмиссии.

Общее передаточное число трансмиссии  $u_{\text{ТР}}$  определяется следующим выражением:

$$u_{\text{ТР}} = u_{\text{КП}} \cdot u_{\text{Г}}. \quad (7)$$

С двигателем ЗИЛ-5081 устанавливается механическая трехходовая пятиступенчатая коробка переключения передач с синхронизаторами на всех передачах, кроме пятой передачи, с рычагом переключения передач. Передаточные числа представлены в табл. 16. Там же приведен результат расчета общего передаточного числа трансмиссии.

Для удобства расчет тяговой характеристики автомобиля ЗИЛ-131 выполним в программе Microsoft Excel. В результате получим табл. 17 с расчетными данными.

Таблица 16. Передаточные числа трансмиссии ЗИЛ-131

Число передач	Передаточные числа на передачах, $u_{КПi}$	Передаточное число главной передачи, $u_{Г}$	Общее передаточное число трансмиссии $u_{ТР}$
1	7,44	7,339	54,60
2	4,10		30,09
3	2,29		16,81
4	1,47		10,79
5	1,00		7,34

По полученным значениям построим график параметров тяговых характеристик автомобиля (рис. 19).

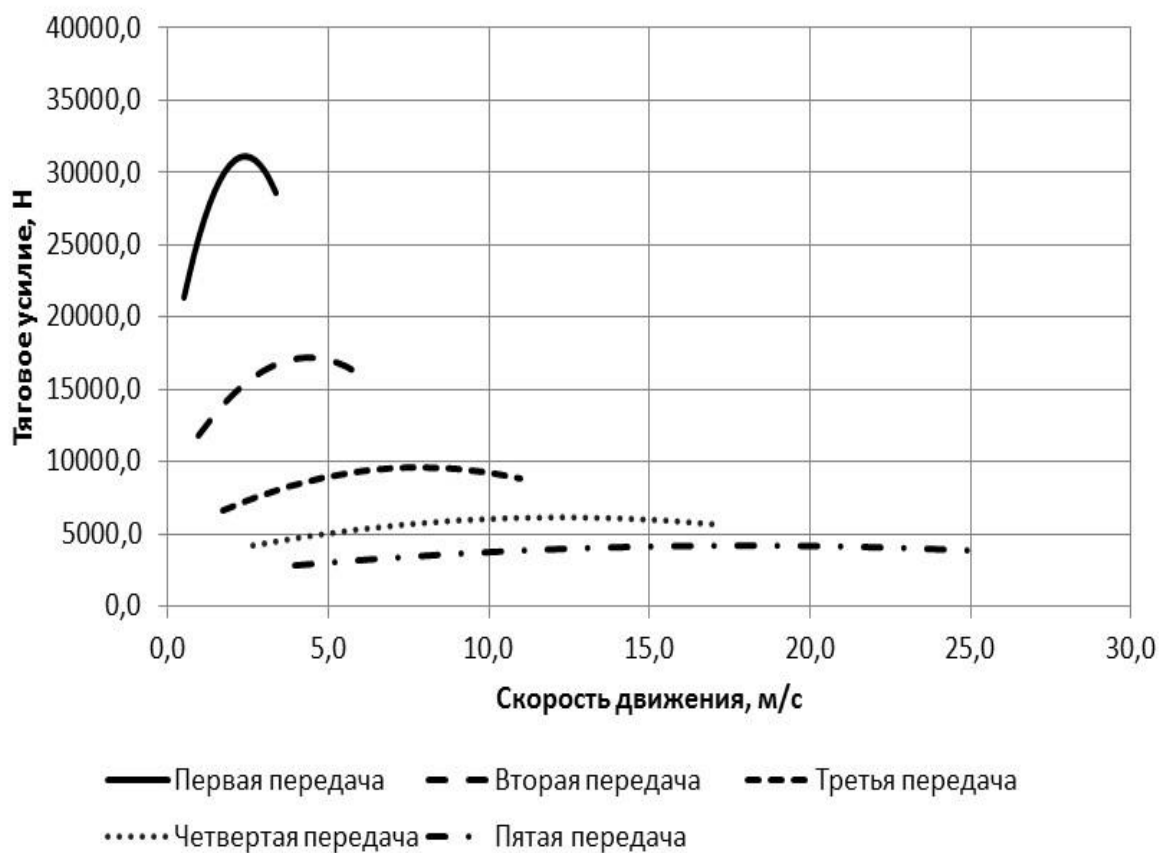


Рис. 19. Тяговая характеристика автомобиля ЗИЛ-131

В результате расчета получили диапазон значений тягового усилия на ведущих колесах автомобиля ЗИЛ-131 для каждой передачи, представленной в графике на рис. 19. Там же можно увидеть диапазон развиваемой скорости движения автомобиля.

Таблица 17. Тяговые характеристики автомобиля ЗИЛ-131

Передача	Параметр	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин									
		500	800	1100	1400	1700	2000	2300	2600	2900	3200
1	F <sub>k1</sub> (Н)	21389,08	24387,47	26837,34	28738,70	30091,54	30895,87	31151,67	30858,96	30017,74	28627,99
	V <sub>A1</sub> (м/с)	0,53	0,85	1,16	1,48	1,80	2,11	2,43	2,75	3,07	3,38
2	F <sub>k2</sub> (Н)	11786,99	13439,33	14789,40	15837,19	16582,70	17025,95	17166,92	17005,61	16542,03	15776,18
	V <sub>A2</sub> (м/с)	0,96	1,53	2,11	2,69	3,26	3,84	4,41	4,99	5,56	6,14
3	F <sub>k3</sub> (Н)	6583,47	7506,36	8260,42	8845,65	9262,05	9509,61	9588,35	9498,26	9239,33	8811,57
	V <sub>A3</sub> (м/с)	1,72	2,75	3,78	4,81	5,84	6,87	7,90	8,93	9,96	10,99
4	F <sub>k4</sub> (Н)	4226,07	4818,49	5302,54	5678,21	5945,51	6104,43	6154,97	6097,13	5930,92	5656,34
	V <sub>A4</sub> (м/с)	2,67	4,28	5,88	7,49	9,09	10,70	12,30	13,91	15,51	17,12
5	F <sub>k5</sub> (Н)	2874,88	3277,89	3607,17	3862,73	4044,56	4152,67	4187,05	4147,71	4034,64	3847,85
	V <sub>A5</sub> (м/с)	3,93	6,29	8,65	11,01	13,37	15,73	18,09	20,45	22,80	25,16

### 3.3. Расчет динамической характеристики автомобиля

Для построения динамической характеристики автомобиля пользуются уравнением динамического фактора  $D$ , предложенного академиком Е. А. Чудаковым для сравнительной оценки динамических свойств автомобилей с различными техническими характеристиками Е. А. Чудакова:

$$D_i = \frac{(F_{K_i} - F_B)}{G_A}, \quad (8)$$

где  $F_{K_i}$  – тяговое усилие при  $i$ -й ступени коробки передач, Н;

$F_B$  – сила сопротивления воздуха, Н;

$G_A$  – сила тяжести, Н.

Сила сопротивления воздуха определяется через фактор обтекаемости и скорость движения автомобиля:

$$F_B = K_B \cdot v_A^2 \quad (9)$$

где  $K_B$  – фактор обтекаемости автомобиля;

$v_A$  – скорость движения автомобиля, м/с.

Коэффициент обтекаемости и площадь Миделя – это аэродинамические свойства автомобиля, которые характеризуются фактором обтекаемости, представляющим собой произведение коэффициента обтекаемости  $k_B$  и площади лобового сопротивления Миделя  $S_M$ .

Коэффициент обтекаемости  $k_B$  равен силе сопротивления воздуха, действующей на один квадратный метр лобовой площади автомобиля при скорости его движения 1 м/с. Значение  $k_B$  варьируется в пределах 0,55...0,70.

Площадь Миделя  $S_M$  равна площади проекции автомобиля на плоскость, перпендикулярную его продольной оси. В проектных расчетах она определяется из выражения:

$$S_M = \alpha \cdot B_A \cdot H_A, \quad (10)$$

где  $\alpha = 0,75...0,90$  для грузовых автомобилей и автопоездов;

$B_A$  – габаритная ширина автомобиля, м;

$H_A$  – габаритная высота автомобиля, м.

Например, для автомобиля ЗИЛ-131 площадь Миделя будет равна:

$$S_M = 0,85 \cdot 2,5 \cdot 2,95 = 6,27 \text{ м}^2.$$

Фактор обтекаемости  $K_B$  определяется следующим образом:

$$K_B = k_B \cdot S_M. \quad (11)$$

Для автомобиля АЦ 2,5–40 (131) 137А фактор обтекаемости будет равен:

$$K_B = 0,65 \cdot 6,27 = 4,08.$$

Для удобства выполним расчет динамической характеристики пожарного автомобиля выполним его в программе Microsoft Excel. Данные по тяговому усилию на колесе  $F_K$  и скорости движения  $v_A$  взяты из табл. 17. В результате получим табл. 18 с расчетными данными.

По расчетным данным табл. 18, был построен график динамической характеристики автомобиля ЗИЛ-131, представленный на рис. 20.

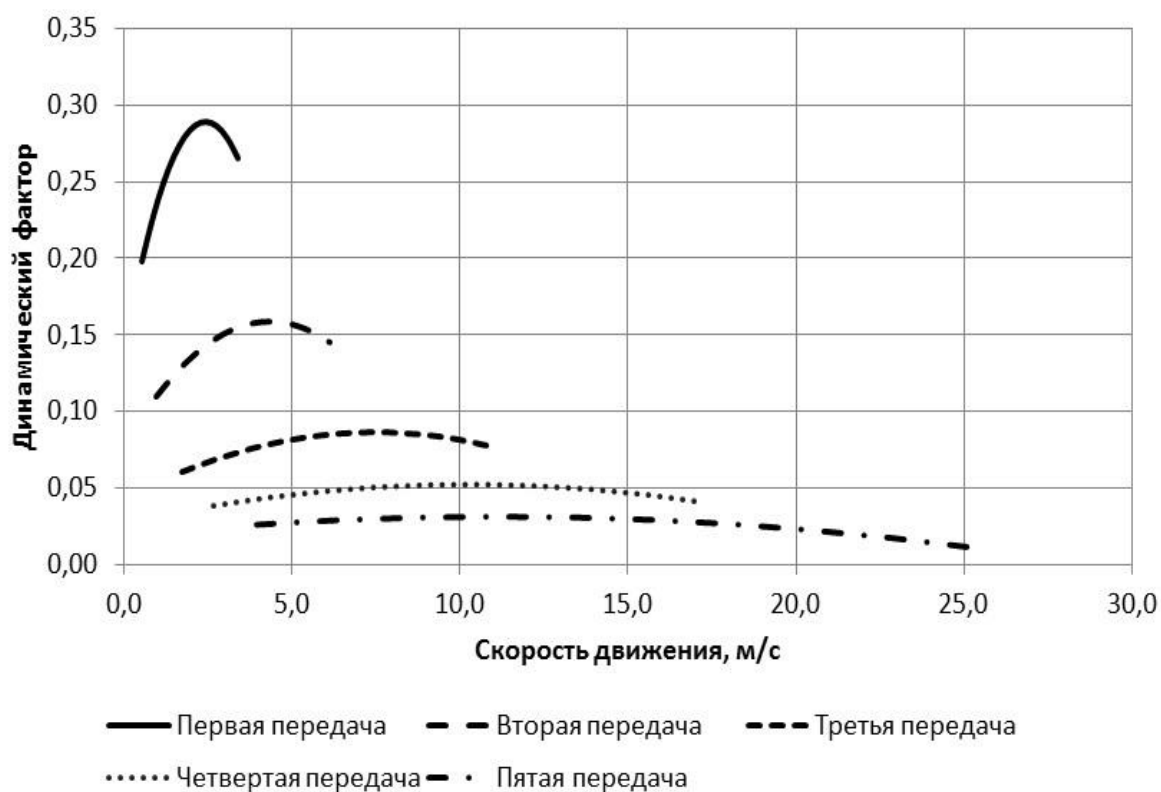


Рис. 20. Динамические характеристики автомобиля ЗИЛ-131

Таблица 18. Параметры динамических характеристик автомобиля

Передача	Параметр	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин									
		500	800	1100	1400	1700	2000	2300	2600	2900	3200
1	F <sub>B1</sub> (Н)	1,1	2,9	5,5	8,9	13,2	18,2	24,1	30,8	38,3	46,7
	D <sub>1</sub>	0,20	0,23	0,25	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,28	0,27
2	F <sub>B2</sub> (Н)	3,8	9,6	18,2	29,4	43,4	60,0	79,4	101,5	126,2	153,7
	D <sub>2</sub>	0,11	0,12	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,14
3	F <sub>B3</sub> (Н)	12,0	30,8	58,2	94,3	139,0	192,4	254,5	325,2	404,6	492,7
	D <sub>3</sub>	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
4	F <sub>B4</sub> (Н)	29,2	74,7	141,3	228,8	337,4	467,0	617,7	789,3	981,9	1195,6
	D <sub>4</sub>	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04
5	F <sub>B5</sub> (Н)	63,1	161,5	305,3	494,5	729,2	1009,2	1334,7	1705,6	2121,9	2583,6
	D <sub>5</sub>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01

### 3.4. Расчет ускорения автомобиля

Еще одной характеристикой, оказывающей серьезное влияние на динамику автомобилей, является ускорение. Оно позволяет быстрее набирать необходимую скорость движения после старта или маневрирования автомобиля.

Ускорение автомобиля  $j_A$  на горизонтальной дороге определяется следующим образом:

$$j_A = \frac{(D_i - \psi) \cdot g}{\delta}, \quad (12)$$

где  $D_i$  – динамический фактор для  $i$ -й ступени коробки передач;  
 $\psi$  – суммарный коэффициент сопротивления дороги, принимаемый для расчетов равным 0,02;  
 $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  
 $\delta$  – коэффициент учета вращающихся масс.

Коэффициент учета вращающихся масс определяется по выражению:

$$\delta = 0,05 + 1 + 0,07 \cdot u_{\text{кп}}^2, \quad (13)$$

где  $u_{\text{кп}}$  – передаточное число коробки передач (выбирается в соответствии с рассчитываемой передачей).

Для удобства выполним расчет ускорения пожарного автомобиля в программе Microsoft Excel. В результате получим табл. 19 с расчетными данными.

По полученным значениям построим график ускорения автомобиля на разных передачах (рис. 21).

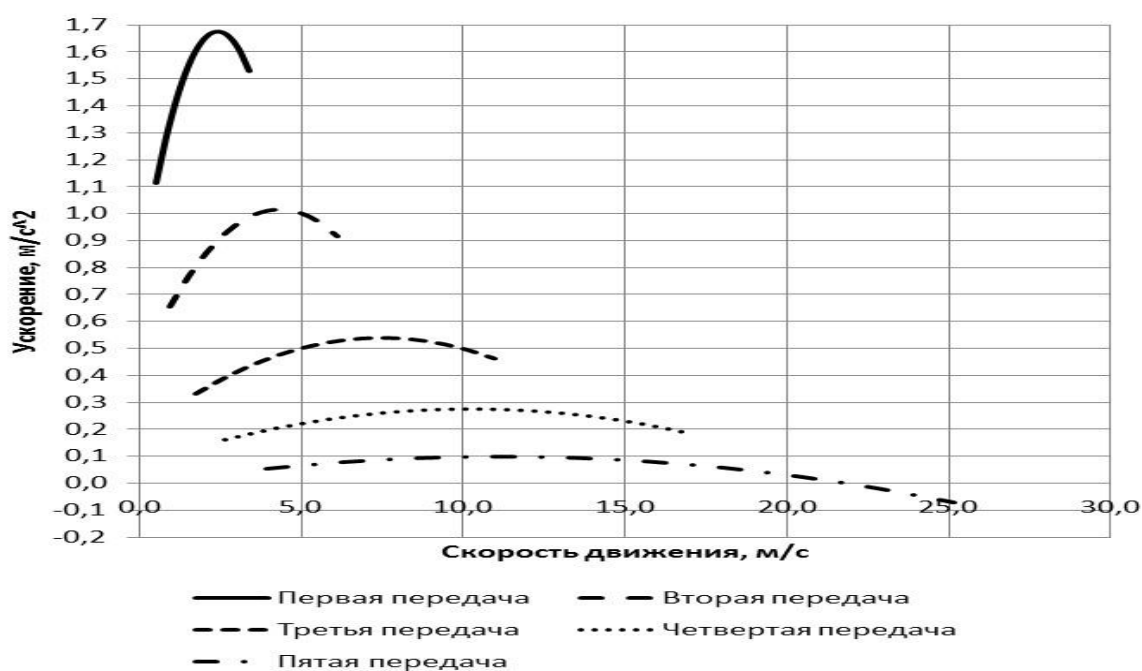


Рис. 21. Ускорение автомобиля на разных передачах



Таблица 19. Ускорение ЗИЛ-131 на разных передачах

Передача	Параметр	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин									
		500	800	1100	1400	1700	2000	2300	2600	2900	3200
1	$J_{A1} \text{ (м/с}^2\text{)}$	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5
2	$J_{A2} \text{ (м/с}^2\text{)}$	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
3	$J_{A3} \text{ (м/с}^2\text{)}$	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	$J_{A4} \text{ (м/с}^2\text{)}$	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
5	$J_{A5} \text{ (м/с}^2\text{)}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1

Примечание: коэффициенты учета вращающихся масс для каждой передачи были определены расчетным путем:

$$\delta_1 = 1,571;$$

$$\delta_2 = 1,337;$$

$$\delta_3 = 1,21;$$

$$\delta_4 = 1,153;$$

$$\delta_5 = 1,12$$

Из расчетных данных табл. 19 и графика на рис. 21 видно, что ускорение автомобиля ЗИЛ-131 зависит от динамического фактора и возникающих сопротивлений движению. Повышение передачи и увеличение скорости движения приводят к снижению динамических характеристик и ускорения автомобиля.

Описанная методика расчета позволяет определять тяговые и динамические характеристики выбранного автомобиля, анализировать влияние параметров трансмиссии на изменение этих характеристик, а также сравнивать разные автомобили и делать вывод об их энерговооруженности и оперативности.



При повороте управляемые колеса повернуты на определенный угол, и движение происходит по кривой постоянного радиуса.

При выходе из поворота управляемые колеса возвращаются в нейтральное положение, и автомобиль движется по кривой увеличивающегося радиуса, а затем – прямолинейно.

Во время движения на повороте на автомобиль действуют ряд сил: центробежная сила  $P_{ц}$ , ее поперечная  $P_Y$  и продольная  $P_X$  составляющие, а также поперечные реакции дороги:  $R_{Y1}$  – на передний и  $R_{Y2}$  – на задний мост. На рисунке 24 б представлена схема действующих сил.

Основной действующей силой при повороте является поперечная составляющая  $P_Y$  центробежной силы, которая направлена перпендикулярно продольной оси автомобиля и представляет собой сумму трех сил:

$$P_Y = P'_Y + P''_Y + P'''_Y \quad (14)$$

Сила  $P'_Y$  всегда возникает при криволинейном движении. Она пропорциональна квадрату скорости и действует в процессе всего поворота. Сила  $P''_Y$  появляется в результате изменения угла поворота управляемых колес и действует при входе и выходе из поворота. Сила  $P'''_Y$  возникает вследствие изменения скорости движения и действует только при неравномерном движении на повороте. Из трех указанных составляющих наибольшее значение имеет сила  $P'_Y$ , на долю которой приходится 90% силы. Поэтому для автомобилей общего назначения и специализированных автомобилей силами  $P''_Y$  и  $P'''_Y$  пренебрегают.

При равномерном движении на повороте поперечная составляющая центробежной силы будет равна:

$$P_Y = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot R} \quad (15)$$

где  $G$  – вес автомобиля, Н,  
 $v$  – скорость движения, м/с,  
 $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>,  
 $R$  – радиус поворота автомобиля, м.

Поперечная составляющая центробежной силы пропорциональна квадрату скорости движения, поэтому быстро возрастает при увеличении скорости.

Поперечные реакции дороги на передний и задний мосты при равномерном движении на повороте будут равны:

$$R_{Y1} = \frac{G_1 \cdot v^2}{g \cdot R}; R_{Y2} = \frac{G_2 \cdot v^2}{g \cdot R} \quad (16)$$

Из выражений (16) следует, что центробежные силы, действующие на передний и задний мосты автомобиля, можно считать пропорциональными приходящемуся на них весу  $G_1$  и  $G_2$  [1, 3].

При равномерном движении автомобиля на повороте на горизонтальной дороге, боковое скольжение его колес может возникнуть в результате действия поперечной силы, в тот момент, когда поперечная сила становится равной силе сцепления колес дорогой. Снос – боковое скольжение передних колес – чаще всего возникает при экстренных маневрах и прохождении поворота на критической скорости. Явление сноса связано с тем, что боковая сила превосходит силу сцепления шины с дорогой. На заднеприводном автомобиле повернутые передние колеса создают эффект торможения, а толкающие задние – избыточную силу. Для автомобиля с передним приводом характерен снос передних колес из-за избытка или недостатка тяги при чрезмерных углах поворота колес. Потеря боковой устойчивости вызывает боковое скольжение с возможным переходом его в опрокидывание. Боковое скольжение возникает в результате действия сил возмущения: центробежной, давления ветра, составляющей массы автомобиля на дороге, различных по величине тяговых или тормозных сил. Показателем поперечной устойчивости автомобиля, в том числе поворота, на повороте является максимально возможная скорость движения.

При повороте на горизонтальной дороге поперечная сила, действующая на автомобиль, может вызвать не только боковое скольжение, но и опрокидывание.

Для определения критической скорости бокового скольжения (заноса) автомобиля и критической скорости его опрокидывания необходимы следующие исходные данные для расчета:

- максимальная скорость автомобиля  $v_{\max}$ , км/ч;
- радиус поворота автомобиля  $R_{\text{п}}$ , м;
- высота центра тяжести автомобиля  $h$ , м (с полной загрузкой и без загрузки);
- колея автомобиля  $B$ , м;
- коэффициент поперечного сцепления  $\varphi_{\text{у}}$ .

Среднее значение значения  $\varphi_{\text{у}}$  для различных дорог и состояния их поверхности приведено в таблице 20.

Таблица 20 Среднее значение  $\varphi_{\text{у}}$  для различных дорог

№ п/п	Покрытие дороги	Состояние поверхности дороги	
		сухое	мокрое
1	Асфальтобетонное шоссе	0,7	0,45
2	Дорога с щебенчатым покрытием	0,6	0,4
3	Грунтовая дорога	0,5	0,3
4	Снег	0,2	0,3
5	Лед	0,1	0,2

Учитывая, что в этом случае  $v=v_3$ , находим критическую скорость автомобиля по боковому скольжению, или заносу, согласно формуле [1, 3]:

$$v_3 = 3,6\sqrt{gR\varphi_y} \quad (17)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$R$  – радиус поворота автомобиля, м;

$\varphi_y$  – коэффициент поперечного сцепления.

При эксплуатации автомобилей случаются различные виды ДТП, в том числе опрокидывания во время движения на повороте. Это вызвано созданием крутящего момента вокруг наружных колес автомобиля в поперечной плоскости, как показано на рисунке 23.

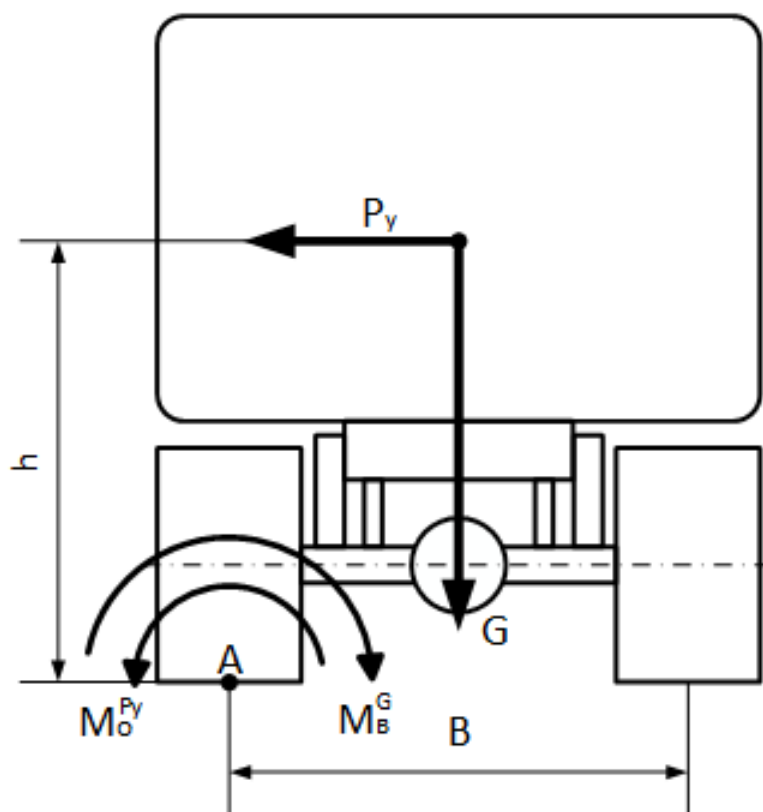


Рис. 23 Схема для определения критической скорости автомобиля по заносу и опрокидыванию

В этом случае опрокидывающий момент, создаваемый поперечной силой  $P_y$ , уравнивается восстанавливающим моментом, обусловленным весом автомобиля:

$$M_O = M_B \quad (18)$$

Подставив в это выражение значения моментов, получим:

$$P_y \cdot h_{Ц} = G \frac{B}{2} \quad (19)$$

С учетом значения поперечной силы получаем формулу:

$$\frac{Gv^2}{gR} h_{Ц} = G \frac{B}{2} \quad (20)$$

Помня о том, что в этом случае  $V = V_0$ , определим критическую скорость автомобиля по опрокидыванию, км/ч по формуле [1, 3]:

$$v_o = 3,6\sqrt{\frac{gRB}{2h_{\text{ц}}}} \quad (21)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, м/с;  
 $R$  – радиус поворота автомобиля, м;  
 $B$  – ширина колеи, м;  
 $h_{\text{ц}}$  – высота центра тяжести автомобиля.

Критической скоростью по опрокидыванию называется предельная скорость, по достижении которой возможно опрокидывание автомобиля. Следовательно, при движении автомобиля на повороте с критической скоростью  $V_0$ , его опрокидывания может и не произойти. Опрокидывание автомобиля в этом случае возможно только при минимальном боковом возмущении и увеличении скорости или уменьшении радиуса поворота.

В качестве примера выполним расчет критической скорости бокового скольжения автомобиля ЗИЛ-131 на различных типах покрытия и с разным радиусом поворота. Исходные и расчетные данные сведем в таблицу 21.

Таблица 21 Критическая скорость бокового скольжения ЗИЛ-131

Марка автомобиля	Ускорение свободного падения g, м/с <sup>2</sup>	Радиус поворота R, м	Коэффициент сцепления	Критическая скорость заноса v <sub>з</sub> , км/ч
На мокрой грунтовой дороге				
ЗИЛ-131	9,8	10,8	0,3	20,29
		12		21,38
		14		23,10
		16		24,69
		18		26,19
		20		27,61
На сухой грунтовой дороге				
ЗИЛ-131	9,8	10,8	0,5	26,19
		12		27,61
		14		29,82
		16		31,88
		18		33,81
		20		35,64

Далее, для того же автомобиля выполним расчет критической скорости опрокидывания по формуле 21. Исходные и расчетные данные сведем в таблицу 22.

Таблица 22 Критическая скорость опрокидывания ЗИЛ-131

Марка автомобиля	Ускорение свободного падения $g$ , $\text{м/с}^2$	Радиус поворота $R$ , м	Ширина колеи $B$ , м	Высота центра тяжести $h_{Ц}$ , м	Критическая скорость опрокидывания $v_0$ , км/ч
ЗИЛ-131	9,8	10,8	1,82	1,24	39,34
		12			41,47
		14			44,79
		16			47,89
		18			50,79
		20			53,54

Таким образом, чем меньше радиус поворота, тем более маневренным является автомобиль, что актуально при движении во дворах и плотном городском трафике. Но в то же время, небольшой радиус поворота влияет на снижение критической скорости бокового скольжения и опрокидывания. При этом, увеличение загрузки автомобиля и габаритной высоты приводит к повышению центра тяжести, что негативно влияет на устойчивость автомобиля в повороте.

По данным таблиц 21 и 22 построили график, представленный на рисунке 24.

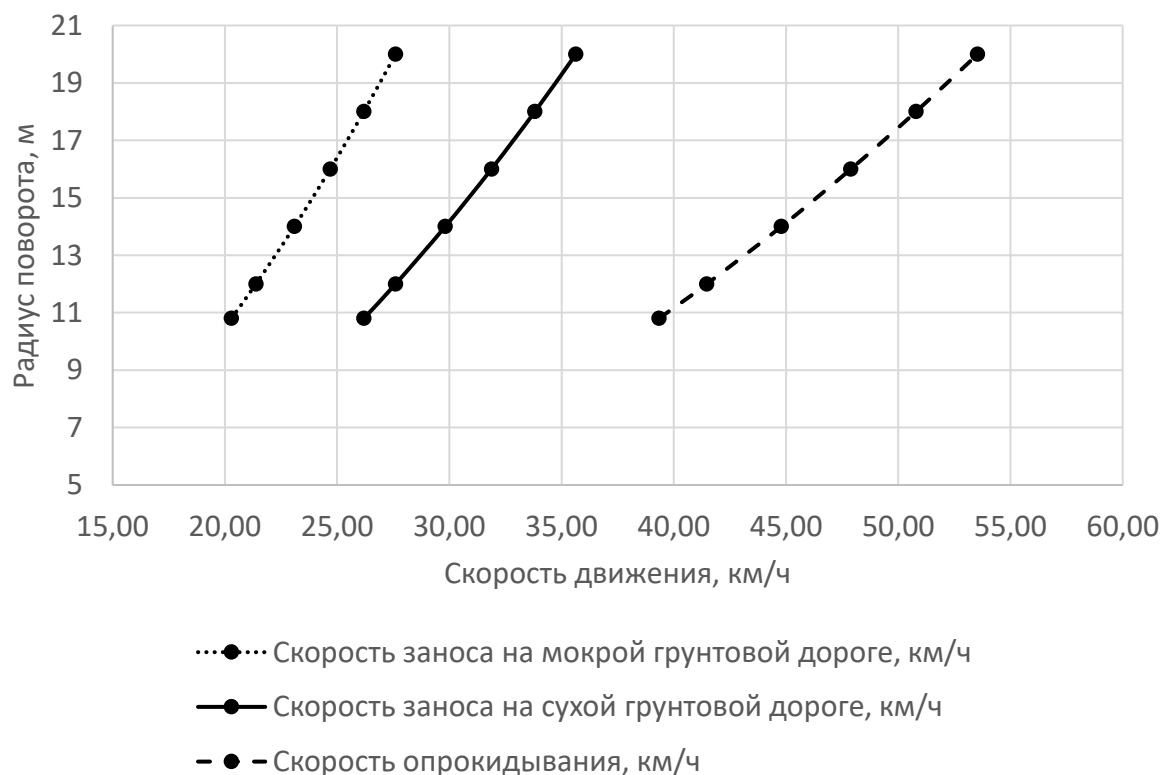


Рис. 24. Зависимость критических скоростей заноса и опрокидывания от условий движения



## 4.2 Расчет тормозного пути автомобиля

Тормозным называется путь, проходимый автомобилем за время полного торможения, в течение которого замедление имеет максимальное значение. Тормозной путь может быть вычислен при замедлении до какой-либо конечной скорости или до полной остановки.

Длина тормозного пути при замедлении до конечной скорости вычисляется по формуле [1, 3]:

$$S_{\text{ТОР}} = \frac{v_{\text{Н}}^2 - v_{\text{К}}^2}{2g \cdot \varphi_{\text{Х}}} \quad (22)$$

где  $v_{\text{Н}}^2$  – скорость начальная, м/с;

$v_{\text{К}}^2$  – скорость конечная, м/с;

$\varphi_{\text{Х}}$  – коэффициент сцепления колес с дорогой.

Коэффициент сцепления колес с дорогой  $\varphi_{\text{Х}}$  во многом определяет значение силы сцепления. В зависимости от направления скольжения колеса относительно поверхности дороги различают коэффициенты продольного  $\varphi_{\text{Х}}$  и поперечного  $\varphi_{\text{У}}$  сцепления. Коэффициенты  $\varphi_{\text{Х}}$  и  $\varphi_{\text{У}}$  зависят от одних и тех же факторов, и можно считать, что они практически равны ( $\varphi_{\text{Х}} = \varphi_{\text{У}}$ ).

На коэффициент продольного сцепления  $\varphi_{\text{Х}}$  оказывают влияние многие конструктивные и эксплуатационные факторы. Его значение определяется экспериментально. Средние значения для различных дорог и состояний их поверхности приведены в таблице 20.

В случае, если скорости движения начальная и конечная измеряются в км/ч, формула 22 будет иметь следующий вид:

$$S_{\text{ТОР}} = \frac{v_{\text{Н}}^2 - v_{\text{К}}^2}{254 \varphi_{\text{Х}}} \quad (23)$$

где  $v_{\text{Н}}^2$  – скорость начальная, км/ч;

$v_{\text{К}}^2$  – скорость конечная, км/ч;

Если необходимо вычислить тормозной путь до полной остановки автомобиля, то следует из формулы 23 убрать значение конечной скорости движения. В этом случае формула примет вид [1, 3]:

$$S_{\text{ТОР}} = \frac{v_{\text{Н}}^2}{254 \varphi_{\text{Х}}} \quad (24)$$

Из этого выражения видно, что тормозной путь автомобиля характеризуется квадратичной зависимостью от скорости. При возрастании начальной скорости тормозной путь быстро увеличивается. Кроме того, эта формула позволяет оценить значение коэффициента сцепления колес с дорогой.

В приведенных выше формулах для определения времени торможения и тормозного пути автомобиля не учтен ряд конструктивных и эксплуатационных факторов, существенно влияющих на эффективность торможения. Поэтому в действительности значения времени и пути

торможения могут быть на 20...60% больше рассчитанных по этим формулам.

Для согласования результатов теоретических расчетов с эксплуатационными данными служит коэффициент эффективности торможения  $k_{\text{э}}$ . Он учитывает непропорциональность тормозных сил на колесах нагрузкам, приходящимся на колеса, а также износ, регулировку, замасливание и загрязненность тормозных механизмов. Данный коэффициент показывает, во сколько раз действительное замедление автомобиля меньше теоретического, максимально возможного на данной дороге. Значение коэффициента эффективности торможения составляет 1,2 для легковых автомобилей и 1,4...1,6 – для грузовых автомобилей и автобусов.

С учетом коэффициента эффективности торможения формула для определения тормозного пути автомобиля преобразуются к следующему виду [1, 3]:

$$S_{\text{ТОР}} = \frac{k_{\text{э}} \cdot (v_{\text{Н}}^2 - v_{\text{К}}^2)}{254 \varphi_{\text{Х}}} \quad (25)$$

В случае торможения до полной остановки, формула 2.3 примет вид:

$$S_{\text{ТОР}} = \frac{k_{\text{э}} \cdot v_{\text{Н}}^2}{254 \varphi_{\text{Х}}} \quad (26)$$

В качестве примера выполним моделирование тормозного пути автомобиля ЗИЛ-131 до полной остановки в диапазоне начальной скорости движения от 10 до 80 км/ч и в двух вариациях: для сухого и мокрого асфальтобетонного шоссе с учетом коэффициента эффективности торможения по формуле 26. Результаты расчета укажем в виде графика.

Для удобства расчет выполним в программе Microsoft Excel. В результате получим таблицу 23 с расчетными данными.

Таблица 23 Результаты расчета тормозного пути

Скорость начальная, км/ч	Коэффициент эффективности торможения	Коэффициент сцепления		Тормозной путь, м	
		сухое покрытие	мокрое покрытие	сухое покрытие	мокрое покрытие
10	1,5	0,7	0,35	0,84	1,69
20				3,37	6,75
30				7,59	15,19
40				13,50	27,00
50				21,09	42,18
60				30,37	60,74
70				41,34	82,68
80				53,99	107,99

Коэффициент эффективности торможения был принят 1,5, как среднее значение в указанном интервале. Коэффициент сцепления для сухого и мокрого асфальтобетонного шоссе был принят в соответствии с таблицей 20 и является справочным. Результаты расчета представлены в графике на рисунке 27.

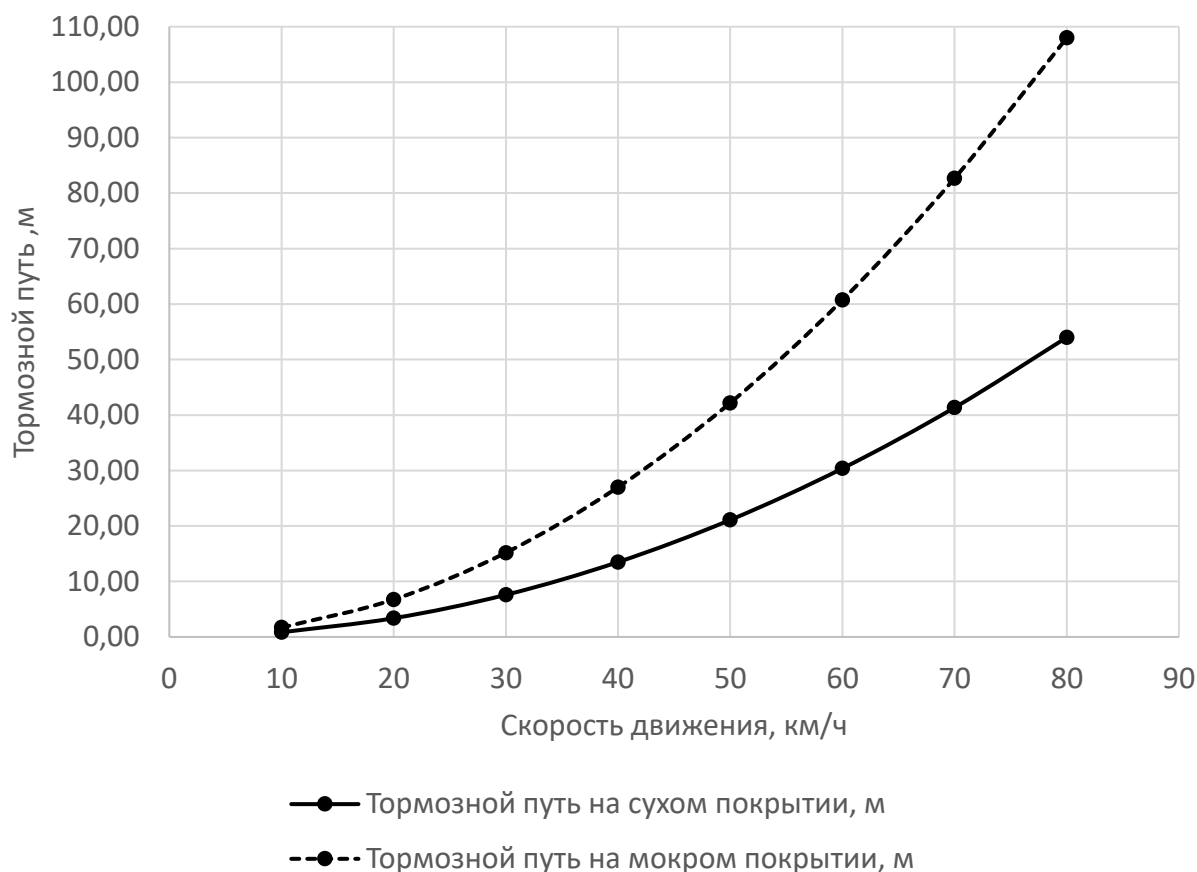


Рис 27 Расчетные значения тормозного пути

### 4.3 Расчет остановочного пути автомобиля

Остановочным называется путь, проходимый автомобилем от момента, когда водитель заметил препятствие, до полной остановки автомобиля. При этом тормозной и остановочный путь – понятия взаимосвязанные, но разные.

Остановочный путь больше, чем тормозной, так как он кроме тормозного пути дополнительно включает в себя путь, проходимый автомобилем за время реакции водителя, время срабатывания тормозного привода и увеличения замедления [1, 3]:

$$S_0 = S_d + S_{\text{ТОР}} \quad (27)$$

где  $S_d$  – дополнительный путь, м.

$$S_0 = \frac{(t'_p + t_{\text{ПР}} + 0,5t_y) \cdot v_H}{3,6} + \frac{k_{\text{Э}} \cdot v_H^2}{254\varphi_X} \quad (28)$$

где  $t'_p$  – время реакции водителя, зависящее от его опыта, возраста, квалификации и равное 0,2...1,5с;

$t_{пр}$  – время срабатывания тормозного привода от момента нажатия на тормозную педаль до начала действия тормозных механизмов, зависящее от конструкции тормозного привода и его технического состояния (составляет 0,2 с для гидравлического, 0,6 с – для пневматического, 1,0 с – для автопоезда с пневмоприводом);

$t_y$  – время увеличения замедления от нуля до максимального значения, равное 0,2...0,5с;

$v_H$  – скорость автомобиля в начале торможения, км/ч.

Выражение для остановочного пути получено при наличии допущения, что в течение времени увеличения замедления автомобиль движется равнозамедленно, и замедление в этом случае составляет  $0,5 j_{3 \max}$ . Из формулы для остановочного пути следует, что он, как и тормозной путь, характеризуется квадратичной зависимостью от скорости. При увеличении начальной скорости он существенно возрастает.

Выполним расчет остановочного пути пожарного автомобиля АЦЛ-3-40/17 (43118) до полной остановки в диапазоне начальной скорости движения от 10 до 80 км/ч и в двух вариациях: для сухого и мокрого асфальтобетонного шоссе с учетом коэффициента эффективности торможения по формуле 28. Результаты расчета укажем в виде графика.

Для удобства расчет выполним в программе Microsoft Excel. В результате получим таблицу 24 с расчетными данными.

Таблица 24 Результаты расчета остановочного пути

Скорость начальная, км/ч	$k_э$	$\varphi_x$		$t'_p$ , с.	$t_{пр}$ , с.	$t_y$ , с.	Остановочный путь, м.	
		сухое покрытие	мокрое покрытие				сухое покрытие	мокрое покрытие
10	1,5	0,7	0,35	0,75	0,6	0,3	5,01	5,85
20							11,71	15,08
30							20,09	27,69
40							30,16	43,66
50							41,92	63,02
60							55,37	85,74
70							70,51	111,84
80							87,33	141,32

Коэффициент эффективности торможения был принят 1,5, как среднее значение в указанном интервале. Коэффициент сцепления для сухого и мокрого асфальтобетонного шоссе был принят в соответствии с таблицей 1.1 и является справочным. Время реакции водителя было принято 0,75, так как водители пожарных автомобилей должны иметь опыт управления пожарным автомобилем и высокую квалификацию, но внешние

и погодные условия, а также суточный режим работы, могут привести к увеличению времени реакции. Время срабатывания тормозного привода принято 0,6, так как базовое шасси заданного автомобиля имеет пневматический привод тормозных механизмов. Время увеличения замедления было принято 0,3, так как пожарные автомобили должны иметь исправную тормозную систему и тормозные механизмы.

Результаты расчета представлены в графике на рисунке 28.

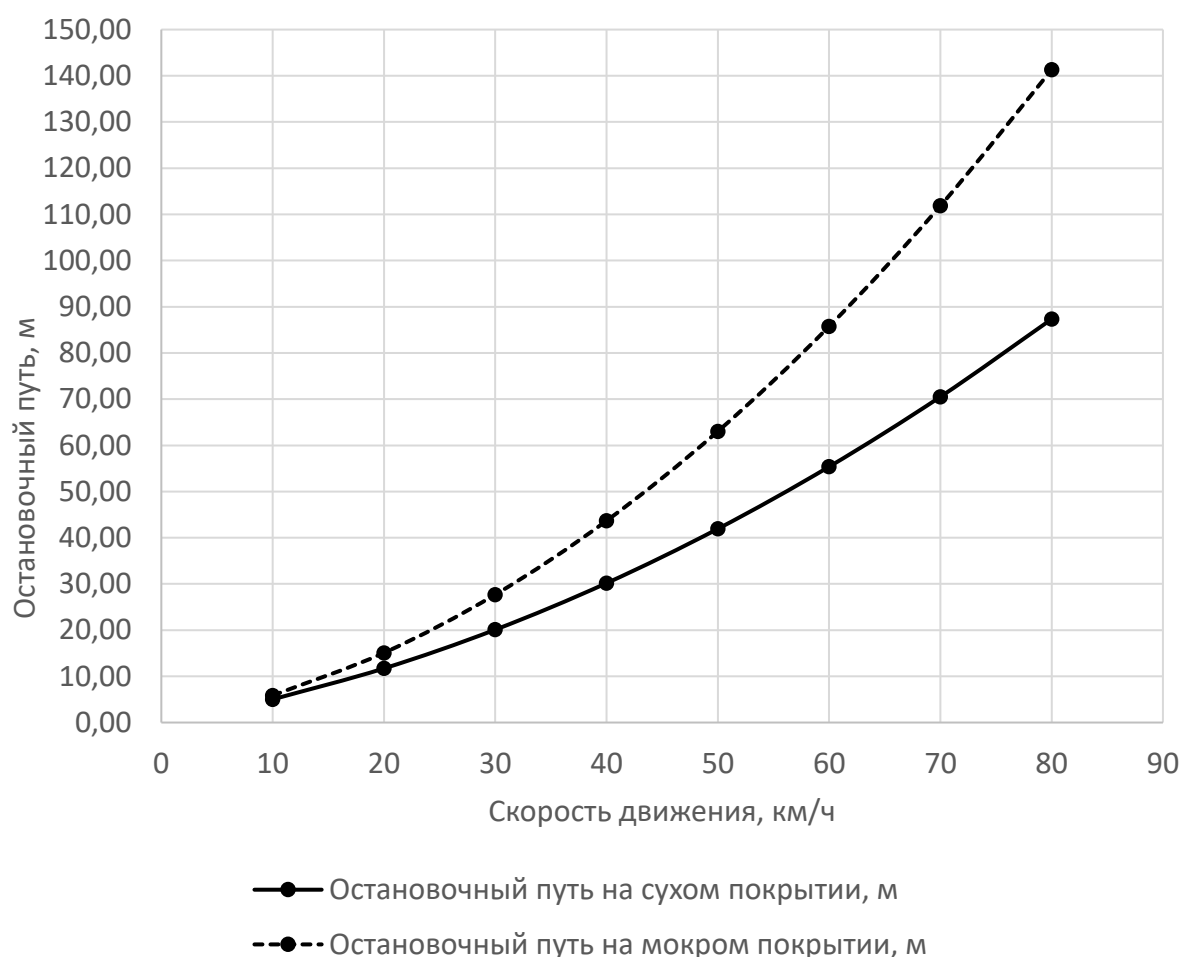


Рисунок 28 Расчетные значения остановочного пути

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Одной из осваиваемых выпускником компетенций является способность применять методики инженерно-технических экспертиз и исследований в профессиональной деятельности. В том числе при анализе дорожно-транспортных происшествий. Для этого необходимо знать устройство автотехнических средств, правила и особенности их применения.

В процессе выполнения курсового проекта обучающиеся знакомятся с теоретическим материалом по устройству автомобилей, методиками расчета основных параметров, влияющих на безопасность их эксплуатации.

Проектная составляющая заключается в моделировании параметров заданного автомобиля при их изменении и изменении внешних условий, а также формировании выводов и рекомендаций по его безопасной эксплуатации.

Для этого создается кинематическая схема заданного автомобиля, рассчитываются и сравниваются с критическими значениями тягово-динамические показатели.

Выполнение курсового проекта способствует формированию у обучающихся способности к организации и осуществлению мероприятий по технической эксплуатации, способности к применению методик инженерно-технических экспертиз и исследований в профессиональной деятельности, способности участвовать в качестве специалиста в следственных и других процессуальных и непроцессуальных действиях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базовое шасси пожарных автомобилей и спасательной техники : лабораторный практикум. В. В. Крудышев, И. С. Лазарев, С. В. Балаба, А. В. Филиппов. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 76 с.
2. Бачин, О. П. Лесные машины. Кинематические схемы трансмиссий автотранспортных средств лесного комплекса : методические указания к курсовому и дипломному проектированию / О. П. Бачин, А. М. Жигалов. – Архангельск : РИО АГТУ, 2003. – 65 с.
3. Вахламов, В. К. Автомобили: Эксплуатационные свойства : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. К. Вахламов. – 5-е изд., стер. – Москва : Академия, 2012. – 240 с. ГОСТ Р 21.101–2020 Национальный стандарт Российской Федерации. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации.
4. ГОСТ 2.303–68 ЕСКД. Линии (с Изменениями № 1, 2, 3).
5. ГОСТ 2.701–84. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению (с Изменениями № 1, 2).
6. ГОСТ 2.703–2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения кинематических схем.
7. ГОСТ 2.721–74. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения (с Изменениями № 1, 2, 3, 4).
8. ГОСТ 2.747–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений (с Изменением № 1).
9. ГОСТ 2.770–68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики (с Изменением № 1).
10. ГОСТ 34350–2017. Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний.
11. ГОСТ Р 52899–2007. Шины пневматические для грузовых механических транспортных средств и прицепов. Технические условия.
12. ГОСТ Р 58715–2019. Техника пожарная. Специальные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний.
13. Коробки отбора мощности ZMT : сайт. – URL: <https://zmtrus.ru/korobki-otbora-moschnosti/> (дата обращения: 28.09.2022).
14. Краткий автомобильный справочник. Том 1. Автобусы / Кисуленко Б.В. и др. – М.: НПСТ «Трансконсалтинг», 2002. – 360 с.
15. Краткий автомобильный справочник. Том 2. Грузовые автомобили / Кисуленко Б.В. и др. – М.: Автополис-Плюс, ИПЦ «Финпол», 2005. – 672 с.

- 16.Краткий автомобильный справочник. Том 3. Легковые автомобили. Часть 1 / Кисуленко Б.В. и др. – М.: Компания «Автополис-плюс», ИПЦ «Финпол», 2005. – 488 с.
- 17.Краткий автомобильный справочник. Том 3. Легковые автомобили. Часть 2 / Кисуленко Б.В. и др. – М.: Компания «Автополис-плюс», ИПЦ «Финпол», 2005. – 560 с.
- 18.Осипов, А. Г. Пожарная техника : учебное пособие / А. Г. Осипов. – Иркутск : ВСИ МВД России, 2001. – 105 с.
- 19.Пожарная техника : Учебник в 2 частях. Часть 2 / А. И. Преснов, М. А. Марченко, В. Н. Ложкин и др. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2016 – 404 с.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Образец оформления титульного листа



МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы  
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,  
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

УНК Пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ

Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных  
технических средств

### КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Устройство и эксплуатация технических средств»

«Моделирование эксплуатационных параметров автомобиля»  
40.05.03 – 06 – В1

Выполнил:

студент учебной группы СЭВ-141

\_\_\_\_\_

(подпись)

И. И. Иванов

Руководитель:

доцент кафедры ПАСТиСТС,

к.т.н., доцент,

майор внутренней службы

\_\_\_\_\_

(подпись)

П. П. Петров

К защите допустить 12.12.2024 г.  
(дата)

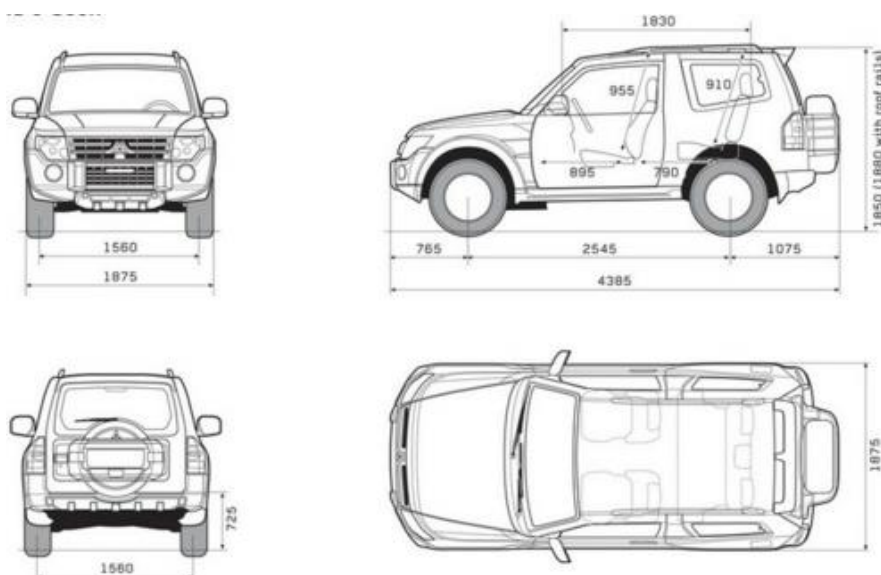
Оценка \_\_\_\_\_

Екатеринбург, 2024

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Образец оформления задания на курсовой проект

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ по теме «Моделирование эксплуатационных параметров автомобиля MITSUBISHI Pajero»

#### Вариант 1



#### Исходные данные по варианту

Автомобиль	MITSUBISHI Pajero (3 дв) V65
<b>Характеристики:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- колесная формула/ведущие колеса</li> <li>- габаритные размеры, ДхШхВ, мм</li> <li>- колесная база, мм</li> <li>- ширина колеи передних/задних колес, мм</li> <li>- полная масса, кг</li> <li>- маркировка шин</li> <li>- привод тормозной системы</li> <li>- тормозные механизмы</li> <li>- минимальный радиус поворота, м</li> <li>- высота центра масс с нагрузкой/без нагрузки, м</li> </ul>	4x4 4385x1875x1850 2545 1560/1560 2510 265/70R16 гидравлический дисковые 5,3 0,750/0,732
<b>Двигатель</b>	Mitsubishi Motors Corp. Рядный четырехцилиндровый четырёхтактный дизельный с турбонаддувом 4M41
<b>Характеристики двигателя:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- максимальная полезная мощность, кВт (при оборотах коленчатого вала, об/мин)</li> <li>- максимальный полезный крутящий момент, Нм (при оборотах коленчатого вала, об/мин)</li> </ul>	121 (3800) 373 (2000)
<b>Трансмиссия</b>	Механическая
Марка и тип сцепления	Daikin Mfg. Corp., сухое однодисковое.

Марка и тип КПП			Mitsubishi, V5M31, синхронизированная с ручным управлением	
Передаточные числа КПП:			4	5
1	2	3	4	5
4,234	2,238	1,398	1,00	0,819
Раздаточная коробка			MR567225 механическая двухступенчатая	
Передаточные числа раздаточной коробки:			1,0	
- высшее			1,9	
- низшее				
Главная передача			Mitsubishi Motors Corp. одинарная, гипоидная	
Передаточное число главной передачи			4,3	
Условия движения			Асфальтобетонное шоссе, сухое/мокрое	

#### План-график выполнения курсового проекта

№ пп	Этапы курсового проекта	Сроки выполнения	Отметка о выполнении
1	Получение и оформление задания	Сентябрь 2024	
2	Глава 1 «Описание и технические характеристики транспортного средства»	Сентябрь 2024	
3	Разработка кинематической схемы	Сентябрь- октябрь 2024	
4	Глава 2 «Расчет тягово-динамических характеристик»	Октябрь 2024	
5	Глава 3 «Расчет параметров опрокидывания и торможения»	Ноябрь 2024	
6	Введение, заключение	Ноябрь 2024	
7	Оформление курсового проекта	Ноябрь 2024	
8	Проверка и рецензирование	Ноябрь 2024	
9	Защита курсового проекта	Декабрь 2024	

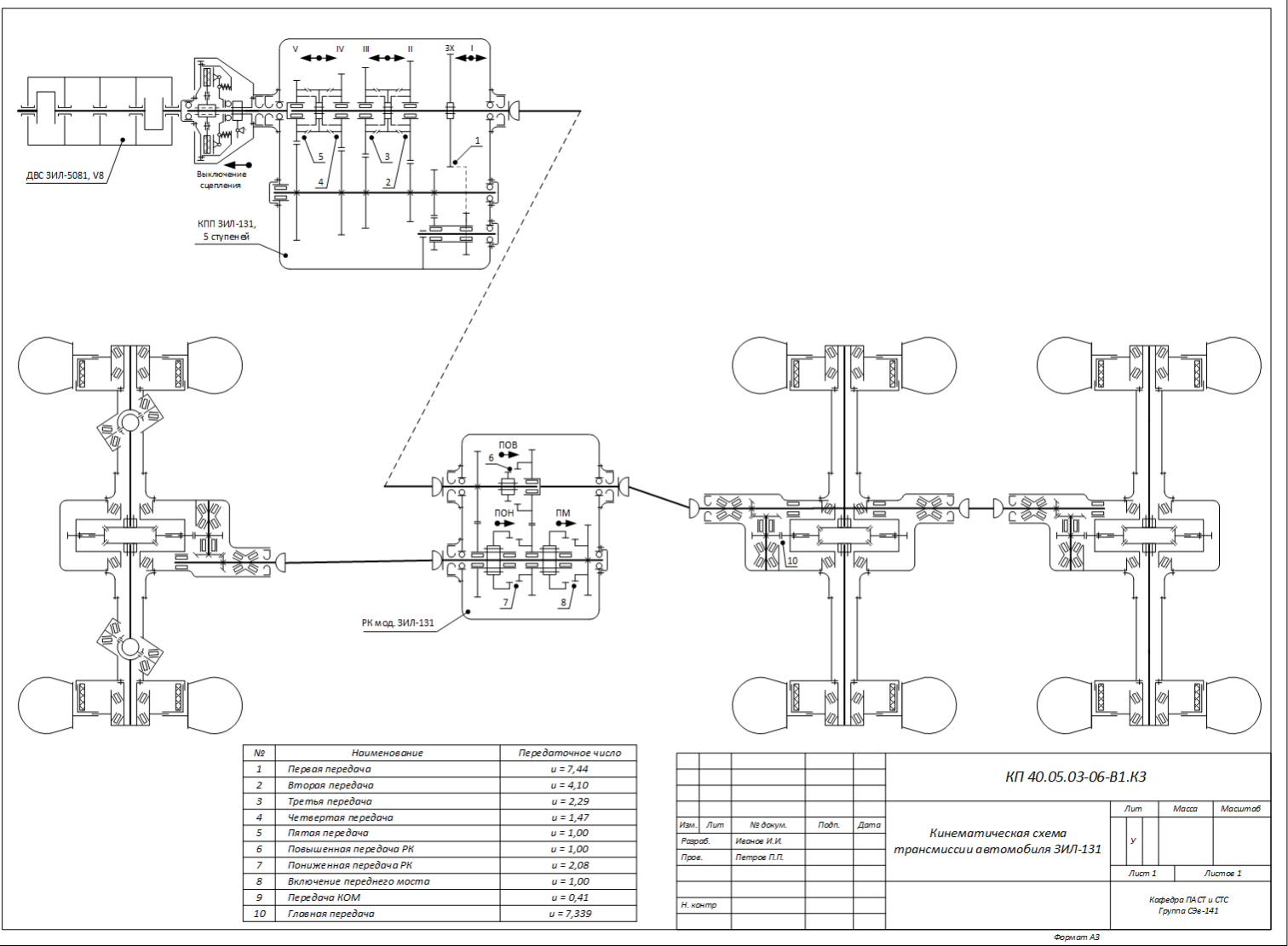
Задание получил  
студент учебной группы СЭв-141  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024г.

\_\_\_\_\_ И. И. Иванов

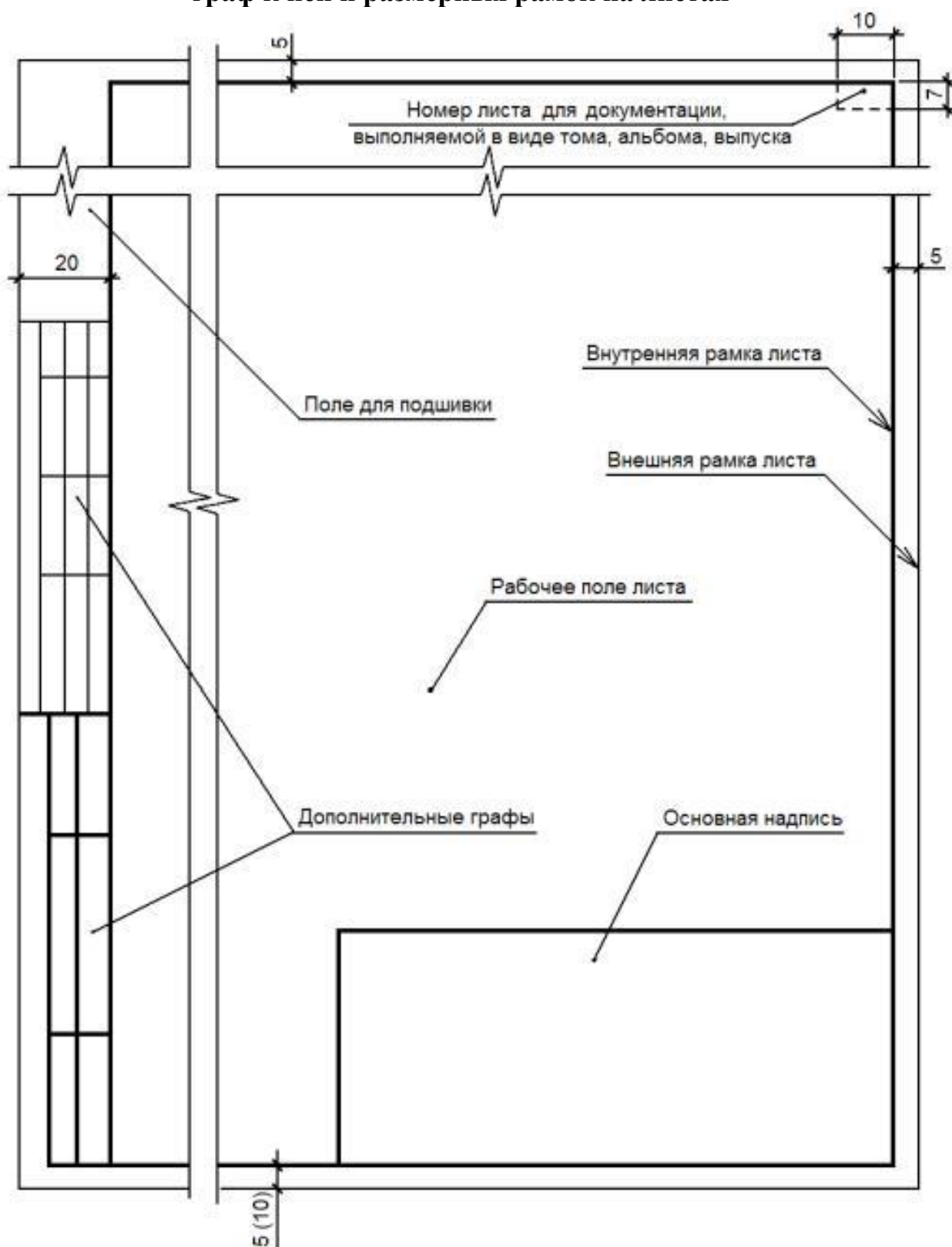
Задание выдал  
доцент кафедры ПАСТиСТС,  
к.т.н., доцент, майор внутренней службы  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024г.

\_\_\_\_\_ П. П. Петров

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Пример выполнения принципиальной кинематической схемы



**ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Расположение основной надписи, дополнительных граф к ней и размерных рамок на листах**



## ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Оформление основных надписей

Для графической части

[illegible]

## Для первых листов текстовых документов

Figure 1.1 shows the layout of a drawing sheet. The sheet is 185 units wide and 40 units high. The layout includes a title block on the left, a header section at the top, and a drawing area. The title block contains fields for drawing number, date, author, reviewer, and approval. The header section contains a table with 6 columns and 1 row. The drawing area is 120 units wide and 30 units high. The title block is 185 units wide and 40 units high. The drawing area is 120 units wide and 30 units high. The title block is 185 units wide and 40 units high. The drawing area is 120 units wide and 30 units high.

Для последующих листов текстовых документов

185

110

10

10

10

10

15

10

3 x 5 = 15

5

(14) (15) (16) (17) (18) (19)

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата

(1)

(7)

Лист 7

Формат (26)

Изм. № подл. (20)

Подп. и дата (21)

Взам. инв. № (22)

В графах основной надписи и дополнительных графах к ней (номера граф указаны в скобках) приводят:

- в графе 1 - обозначение документа, в том числе текстового или графического документа раздела, подраздела проектной документации, основного комплекта рабочих чертежей, чертежа изделия и т. п.;
- в графе 5 - наименование изделия и/или наименование документа;
- в графе 6 - условное обозначение вида документации: П - для проектной документации, Р - для рабочей документации, У – для учебной;
- в графе 7 - порядковый номер листа документа. На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют;
- в графе 8 - общее количество листов документа. Графу заполняют только на первом листе;
- в графе 9 - наименование или различительный индекс организации, разработавшей документ;
- в графе 10 - характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ. В строке под записью «Разработал» вместо должности допускается приводить запись «Проверил». Подписи лица, разработавшего данный документ, и нормоконтролера являются обязательными;
- в графах 11-13 - фамилии и подписи лиц, указанных в графе 10, и дату подписания;
- в графах 14-19 - сведения об изменениях;
- в графе 20 - инвентарный номер подлинника;
- в графе 21 - подпись лица, принявшего подлинник на хранение, и дату приемки;
- в графе 22 - инвентарный номер подлинника документа, взамен которого выпущен новый подлинник;
- в графе 23 - обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);
- в графе 24 - массу изделия, изображенного на чертеже, в килограммах без указания единицы массы;
- в графе 25 - масштаб (проставляют в соответствии с ГОСТ 2.302);
- в графе 26 - обозначение формата листа по ГОСТ 2.301. Для электронного документа указывают формат листа, на котором изображение будет соответствовать установленному масштабу;
- в графе 27 - краткое наименование организации-заказчика. Графу 27, указанную штриховой линией, вводят при необходимости.

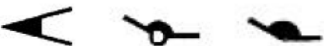

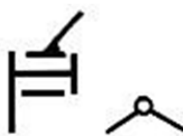
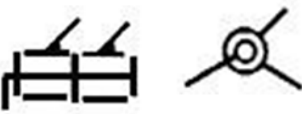




## ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Примеры библиографических записей

1. Базовое шасси пожарных автомобилей и спасательной техники : лабораторный практикум : специальность 20.05.01 Пожарная безопасность / авт.-сост. В. В. Крудышев [и др.]. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 76 с.
2. Вахламов, В. К. Автомобили: эксплуатационные свойства : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. К. Вахламов. – 5-е изд., стер. – Москва : Академия, 2012. – 240 с.
3. ГОСТ 34350–2017 Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний.
4. Морозова, Е. А. Анализ тягово-скоростных характеристик пожарных автомобилей на новых моделях шасси ГАЗ / Е. А. Морозова, В. В. Крудышев, А.В. Филиппов // Техносферная безопасность. – 2019. – № 3 (24). – С. 20–29.
5. Приказ МЧС России от 01.10.2020 № 737 «Об утверждении Руководства по организации материально-технического обеспечения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».
6. Пожарная техника : учебник / М. Д. Безбородько, М. В. Алешков, С. Г. Цариченко и др. ; под ред. М. Д. Безбородько. – Москва : Академия ГПС МЧС России, 2015. – 580 с.
7. Руководство по эксплуатации ГАЗон NEXT. URL: <http://azgaz.ru/service/docs/>.
8. Терентьев, В. В. Технические устройства пенного пожаротушения : учебное пособие : специальность 20.05.01 Пожарная безопасность / В. В. Терентьев и др. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 85 с.






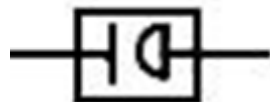


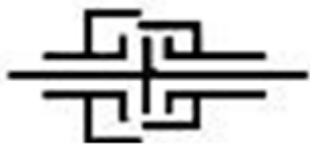
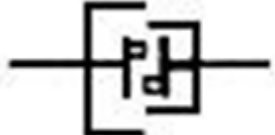



## ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Условные обозначения элементов кинематических схем

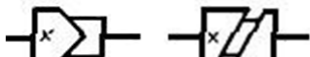

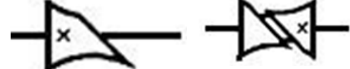
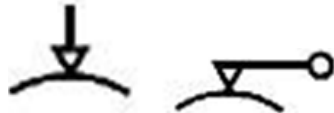


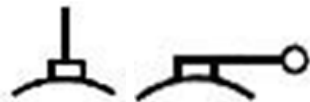
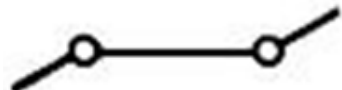

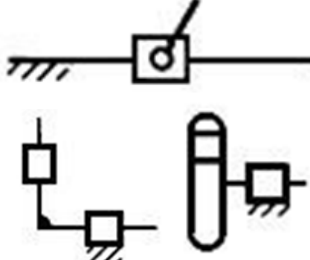
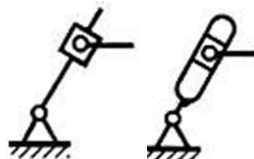
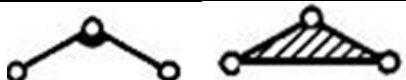
Таблица П.5. Условные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.770 – 68

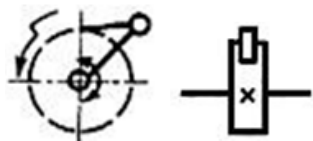
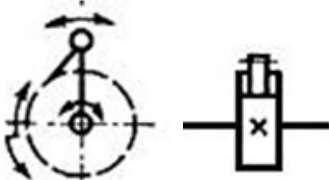
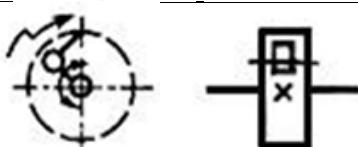

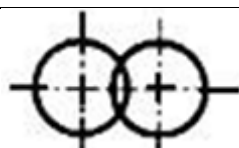
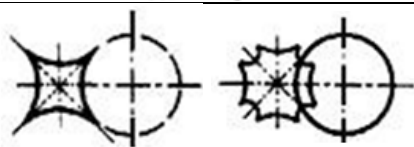
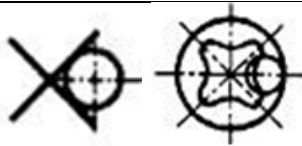
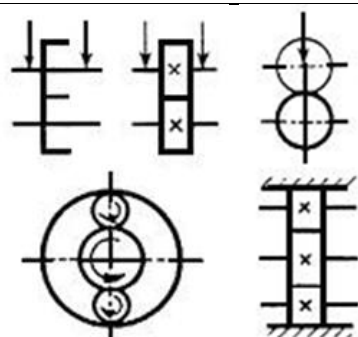
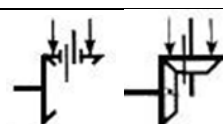
№ п/п	Наименование	Условное обозначение
1	Вал, валик, ось, стержень, шатун и т.п.	
2	Неподвижное звено (стойка). Для указания неподвижности любого звена часть его контура покрывают штриховкой	
3	Соединение частей звена	
а)	неподвижное	
б)	неподвижное, допускающее регулировку	
в)	неподвижное соединение детали с валом, стержнем	
4	Кинематическая пара	
а)	вращательная	
б)	вращательная многократная (например, двукратная)	
в)	поступательная	
г)	винтовая	
д)	цилиндрическая	
е)	сферическая с пальцем	

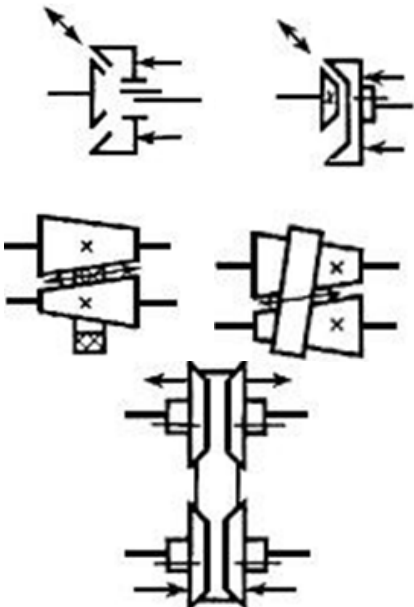

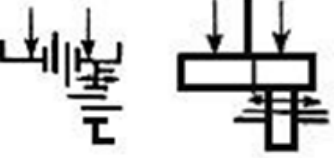

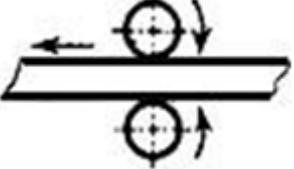
ж)	карданный шарнир	
з)	сферическая (шаровая)	
и)	плоскостная	
к)	трубчатая (шар-цилиндр)	
л)	точечная (шар-плоскость)	
5	Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа)	
а)	радиальные	
б)	упорные	
6	Подшипники скольжения	
а)	радиальные	
б)	радиально-упорные:	
	односторонние	
	двусторонние	
в)	упорные:	
	односторонние	
	двусторонние	
7	Подшипники качения	
а)	радиальные	
б)	радиально-упорные:	
	односторонние	
	двусторонние	

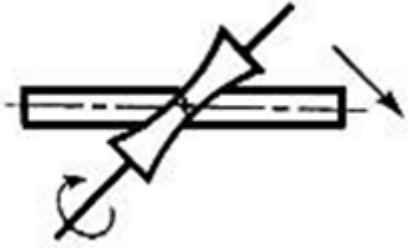
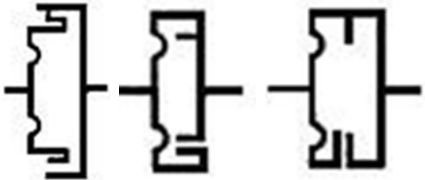
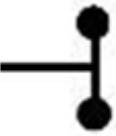

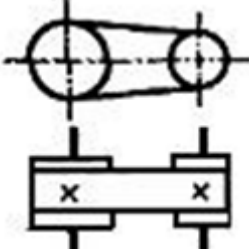
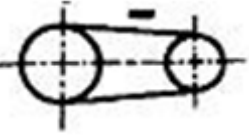
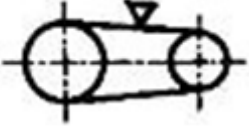
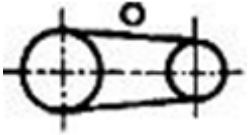
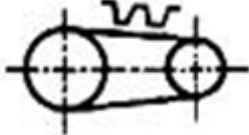
в)	упорные:	
	односторонние	
	двусторонние	
8	Муфта. Общее обозначение без уточнения типа	
9	Муфта нерасцепляемая (неуправляемая)	
а)	глухая	
б)	упругая	
в)	компенсирующая	
10	Муфта сцепляемая (управляемая)	
а)	общее обозначение	
б)	односторонняя	
в)	двусторонняя	
11	Муфта сцепляемая механическая	
а)	синхронная (например, зубчатая)	
б)	асинхронная (например, фрикционная)	

11a	Муфта сцепляемая электрическая	
11б	Муфта сцепляемая гидравлическая или пневматическая	
12	Муфта автоматическая (самодействующая)	
а)	общее обозначение	
б)	обгонная (свободного хода)	
в)	центробежная фрикционная	
г)	предохранительная с разрушаемым элементом	
д)	с неразрушаемым элементом	
13	Тормоз. Общее обозначение без уточнения типа	
14	Кулачки плоские	
а)	продольного перемещения	
б)	вращающиеся	
в)	вращающиеся пазовые	

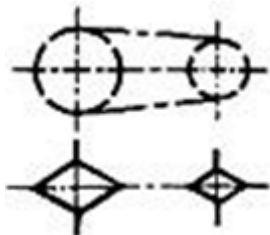

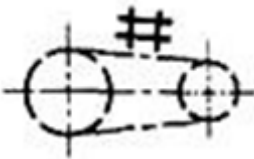
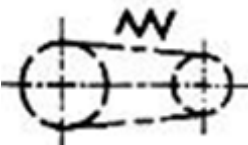
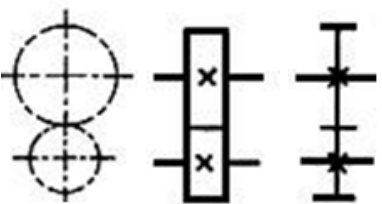
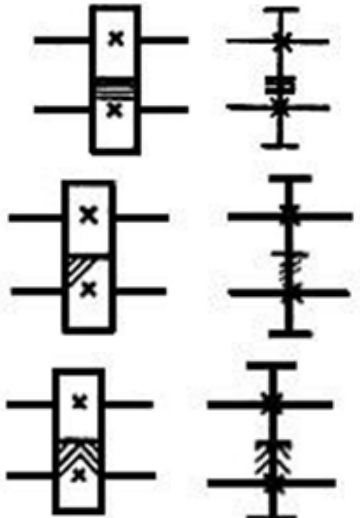
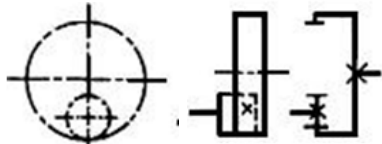
15	Кулачки барабанные	
а)	цилиндрические	
б)	конические	
в)	криволинейные	
16	Толкатель (ведомое звено)	
а)	заостренный	
б)	дуговой	
в)	роликовый	
г)	плоский	
17	Звено рычажных механизмов двухэлементное	
а)	кривошип, коромысло, шатун	
б)	эксцентрик	
в)	ползун	
г)	кулиса	
18	Звено рычажных механизмов трехэлементное	

19	Храповые зубчатые механизмы	
а)	с наружным зацеплением односторонние	
б)	с наружным зацеплением двусторонние	
в)	с внутренним зацеплением односторонние	
г)	с реечным зацеплением	
20	Мальтийские механизмы с радиальным расположением пазов у мальтийского креста	
а)	общее обозначение	
б)	с наружным зацеплением	
в)	с внутренним зацеплением	
21	Передачи фрикционные	
а)	с цилиндрическими роликами	
б)	с коническими роликами	


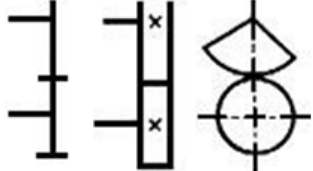


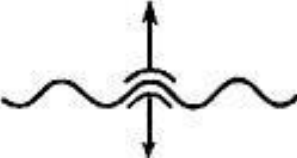


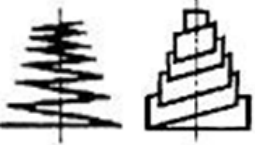

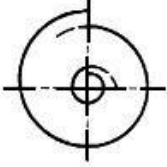
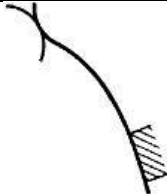
в)	с коническими роликами регулируемые	
г)	с криволинейными образующими рабочих тел и наклоняющимися роликами регулируемые	
д)	торцовые (лобовые) регулируемые	
е)	со сферическими и коническими (цилиндрическими) роликами регулируемые	
ж)	с цилиндрическими роликами, преобразующие вращательное движение в поступательное	





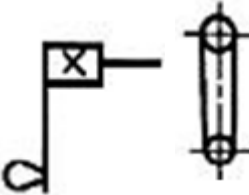
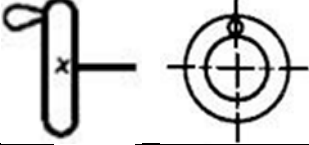
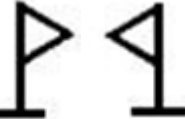

з)	с гиперболическими роликами, преобразующими вращательное движение в винтовое	
и)	с гибкими роликами (волновые)	
22	Маховик на валу	
23	Шкив ступенчатый, закрепленный на валу	
24	Передача ремнем без уточнения типа ремня	
25	Передача плоским ремнем	
26	Передача клиновидным ремнем	
27	Передача круглым ремнем	
28	Передача зубчатым ремнем	



29	Передача цепью	
а)	общее обозначение без уточнения типа цепи	
б)	круглозвенной	
в)	пластинчатой	
г)	зубчатой	
30	Передачи зубчатые (цилиндрические)	
а)	внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
б)	внешнее зацепление с прямыми, косыми и шевронными зубьями	
в)	внутреннее зацепление	

г)	с некруглыми колесами	
30а	Передачи зубчатые с гибкими колесами (волновые)	
31	Передачи зубчатые с пересекающимися валами и конические	
а)	общее обозначение без уточнения типа зубьев	
б)	с прямыми, спиральными и круговыми зубьями	
32	Передачи зубчатые со скрещивающимися валами:	
а)	гипоидные	
б)	червячные с цилиндрическим червяком	
в)	червячные глобоидные	

33	Передачи зубчатые реечные	
а)	общее обозначение без уточнения типа зубьев	
33а	Передача зубчатым сектором без уточнения типа зубьев	
34	Винт, передающий движение	
35	Гайка на винте, передающем движение	
а)	неразъемная	
б)	неразъемная с шариками	
в)	разъемная	
36	Пружины	
а)	цилиндрические сжатия	
б)	цилиндрические растяжения	
в)	конические сжатия	
г)	цилиндрические, работающие накручение	
д)	спиральные	
е)	листовые:	
	Одинарная	

	рессора	
ж)	тарельчатые	
37	Рычаг переключения	
38	Конец вала под съемную рукоятку	
39	Рукоятка	
40	Маховичок	
41	Передвижные упоры	
42	Гибкий вал для передачи вращающего момента	

*Учебное издание*

**Баженов Евгений Евгеньевич, Крудышев Владимир Валерьевич,**

# **УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**Проектирование эксплуатационных параметров автомобиля**

Подписано в печать 31.05.2021  
Бумага писчая. Цифровая печать. 5,12 п. л.  
2,35 учет.-изд. л. Тираж 75

Издано в редакционно-издательском отделе  
Уральского института ГПС МЧС России  
620062, Екатеринбург, ул. Мира, 22

Отпечатано в редакционно-издательском отделе  
Уральского института ГПС МЧС России  
620062, Екатеринбург, ул. Мира, 22