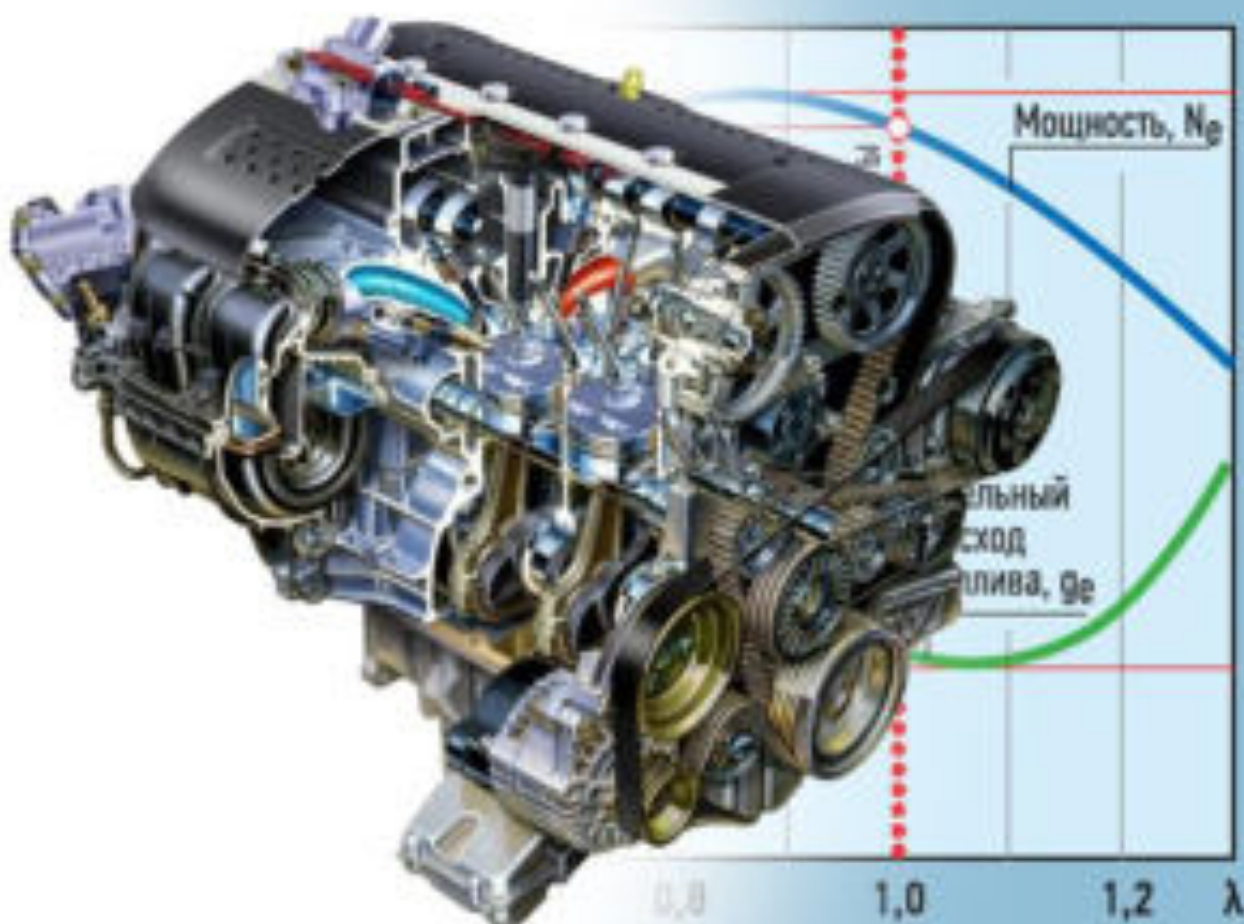


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Масалов Владимир Николаевич
Должность: ректор
Дата подписания: 16.07.2022 22:33:31
Уникальный программный ключ:
f31e6db16690784ab6b50e564da26971fd24641c

С.И. Головин
А.А. Жосан
М.М. Ревякин

Курсовое проектирование

по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей»



УДК 62-97/-98

ББК 39.33-01

Г61

Составители: к.т.н., доцент С.И. Головин, к.т.н., доцент А.А. Жосан, к.т.н., доцент М.М. Ревякин.

Рецензенты:

профессор кафедры автомобилей, транспортных систем и процессов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет», доктор технических наук Агеев Евгений Викторович

доцент кафедры надежности и ремонта машин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», кандидат технических наук Семешин Александр Леонидович.

Г61 Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей» / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 118 с.

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей» предназначено специалистам, обучающимся по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства (уровень – специалитет).

© С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин 2018.

© Издательство Орловский ГАУ, 2018

АННОТАЦИЯ

Учебно-методические рекомендации для выполнения курсового проекта по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей» предназначены специалистам, обучающимся по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства и составлены в соответствии с учебной программой дисциплины.

В учебно-методических рекомендация приведены необходимые требования к оформлению курсового проекта, его структуре и объему.

Методические указания к выполнению курсового проекта содержат необходимые таблицы и формулы для оформления пояснительной записки.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Общие положения	7
2 Общие требования к выполнению курсового проекта.....	8
2.1 Структура курсового проекта.....	8
2.2 Содержание	8
2.3 Введение	9
2.4 Основная часть	9
2.5 Заключение	10
2.6 Приложения.....	10
3 Требования к оформлению курсового проекта.....	11
3.1 Общие требования к оформлению работы.....	11
3.2 Оформление титульного листа.....	11
3.3 Оформление заголовков.....	12
3.4 Оформление содержания	13
3.5 Оформление таблиц.....	14
3.6 Оформление иллюстративного материала.....	15
3.7 Оформление примечаний.....	16
3.8 Оформление формул и уравнений	16
3.9 Оформление перечислений.....	17
3.10 Оформление приложений	18
3.11 Оформление списка литературы	18
3.11.1 Структура списка литературы	19
3.11.2 Общие требования к описанию источников в списке литературы	20
3.11.3 Оформление заголовка библиографической записи	22
3.11.4 Оформление название источника	23
3.11.5 Оформление сведения об ответственности	24
3.11.6 Оформление области издания.....	26
3.11.7 Оформление области выходных данных	26
3.11.8 Оформление области физической характеристики	29

3.11.9 Оформление области серии.....	30
3.11.10 Оформление области примечания.....	30
3.11.11 Особенности оформления многотомных изданий.....	30
3.11.12 Особенности оформления периодических изданий.....	31
3.11.13 Оформление отдельного документа, входящего составной частью в другое издание.....	33
3.11.14 Оформление электронных ресурсов (интернет-источников).....	36
3.11.15 Примеры библиографических описаний.....	37
3.12 Оформление ссылок.....	41
3.12.1 Особенности оформления ссылок на электронные ресурсы.....	48
3.13 Графическая часть.....	49
4 Защита курсового проекта.....	50
5 Методические указания к выполнению курсового проекта.....	51
5.1 Исследования оценочных показателей.....	51
5.2 Определение кинематического радиуса колеса.....	54
5.3 Определение скорости движения автомобиля.....	55
5.4 Определение КПД трансмиссии.....	56
5.5 Определение фактора обтекаемости автомобиля.....	58
5.6 Определение коэффициента сопротивления качению.....	60
5.7 Силы, действующие на автомобиль при прямолинейном движении.....	61
5.8 Определение максимальной скорости движения автомобиля на i -ой передаче.....	67
5.9 Определение коэффициента вращающихся масс.....	68
5.10 Определение времени разгона.....	69
5.11 Определение пути разгона на i -ой передаче.....	71
5.12 Определяем максимальное значение ускорения при разгоне автомобиля.....	72
5.13 Построение графика тяговой характеристики автомобиля.....	72
Список использованной литературы.....	74
Приложение А.....	77
Приложение Б.....	121

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания для выполнения курсового проекта имеют своей целью научить студентов системному подходу к решению комплексных вопросов, связанных с модернизацией агрегатов, узлов и механизмов автомобиля, правильно применять теоретические знания, практические навыки и умения, обучить студентов навыкам использования руководящей, патентной и справочной информацией, знанию основных положений стандартов ЕСКД, закрепить знания, полученные при изучении общетехнических и специальных дисциплин, а также обеспечить единообразное оформление курсовых проектов без ограничения творческих инициатив студентов.

Выполнение курсового проекта по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей» следует рассматривать как основной этап к подготовке к дипломному проектированию.

Пояснительная записка в переплетном виде и листы графического материала предоставляются руководителю для проверки не менее чем за 7–10 дней до его защиты.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графических материалов. Пояснительная записка является основным документом курсового проекта, в котором приводится подробная информация о состоянии вопроса, обосновывается вариант решения задачи, приводятся результаты расчетов, излагаются пути конструктивных разработок и т. п.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Написание и защита курсовых проектов – важнейшая форма самостоятельной учебной и научной работы студентов, осуществляемая под руководством преподавателя. Целью курсового проекта является подготовка студента к написанию и защите дипломной работы. Допускается вхождение курсового проекта в выпускную как в виде целостного раздела, так и в виде отдельных фрагментов.

В процессе подготовки и защиты курсового проекта студент расширяет, углубляет и систематизирует свои теоретические и практические знания по выбранной теме курсового проекта, а также определяет собственную позицию по проблемам объекта исследования курсового проекта, совершенствует навыки разработки практических рекомендаций.

В курсовом проекте студент должен показать, в какой степени он владеет специальными знаниями и умением их применять в процессе самостоятельного исследования конкретной темы.

В процессе подготовки курсового проекта студент имеет право на получение консультаций со стороны преподавателя.

Оформление курсового проекта должно осуществляться в соответствии с требованиями, изложенными в данном методическом пособии.

Студент, не представивший в установленный срок курсовую работу или не защитивший ее по неуважительной причине, считается имеющим академическую задолженность.

2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1 Структура курсового проекта

Структура курсового проекта определяется индивидуальной целью исследования, выбранным объектом исследования и конкретной темой работы. Структура работы считается обоснованной в том случае, если в ее рамках логически возможно достигнуть полного раскрытия выбранной темы.

При относительно свободном выборе структуры курсового проекта в ее состав в обязательном порядке должны быть включены следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- содержание (оглавление);
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы и источников информации.

Допускается и поощряется использование дополнительной информации в виде последнего структурного раздела – приложений (таблицы, графики, фотографии, образцы форм документов и т. п.). Приводимые приложения должны соответствовать теме курсового проекта.

2.2 Содержание

Содержание отражает, по существу, план работы. В содержании последовательно указываются названия глав (разделов), параграфов или пунктов, их расположение по страницам. Каждая рубрика содержания должна точно соответствовать рубрике в тексте. Все структурные части курсового проекта должны быть указаны в содержании.

Помещать содержание необходимо в начале работы, так как это дает возможность преподавателю дисциплины сразу представить основное направление исследования.

2.3 Введение

Введение должно содержать оценку современного состояния вопроса, освещаемого в работе, обоснование выбора темы, ее актуальность, основание и исходные данные для ее разработки, описание целей и задач курсового проекта, объекта и предмета исследования.

Рекомендуемый объем введения не более двух страниц.

2.4 Основная часть

Основная часть курсового проекта должна содержать текстовые материалы и числовые данные, отражающие существо, методику и отдельные результаты, достигнутые в ходе выполнения курсового проекта.

Основная часть курсового проекта излагается в виде сочетания текста, иллюстраций, таблиц и графиков. Содержание следует делить на главы. В свою очередь, главы можно делить на разделы, пункты и подпункты. Такое деление должно способствовать более стройному и упорядоченному изложению материала. Каждый пункт должен содержать законченную информацию, логически вписывающуюся в общую структуру работы.

Основная часть курсового проекта состоит из расчетной части.

2.5 Заключение

Заключение должно содержать краткие выводы и рекомендации по результатам проведенной работы, отвечать на вопросы, поставленные во введении.

Рекомендуемый объем заключения одна - три страницы.

2.6 Приложения

В приложения выносятся материалы, которые имеют большой объем, вследствие чего включение их в текст работы нецелесообразно, либо содержат информацию, не имеющую принципиального значения, но могут использоваться для комментария к отдельным положениям работы.

3 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Общие требования к оформлению работы

Оптимальный объем курсового проекта (без приложений) - 30-35 страниц (но не менее 30). Объем приложений не ограничивается.

По ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта – черный. Размер шрифта (кегель) – 14. ГОСТ не определяет тип шрифта, но обычно – Times New Roman.

Размеры полей: правое – не менее 10 мм, верхнее и нижнее – не менее 20 мм, левое – не менее 30 мм.

Страницы работы нумеруются арабскими цифрами (нумерация сквозная по всему тексту). Номер страницы ставится в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включается в общую нумерацию, номер на нем не ставится.

ГОСТом определяется: фамилии, названия организаций, фирм, названия изделий и другие имена собственные должны приводиться на языке оригинала. Допускается транслитерировать имена собственные и приводить названия организаций в переводе на русский язык с добавлением (при первом упоминании) оригинального названия.

3.2 Оформление титульного листа

Титульный лист является первой страницей курсового проекта и служит источником информации о теме, авторе, руководителе, месте и времени ее написания.

На титульном листе в обязательном порядке приводят следующие сведения:

- наименование учебного заведения;
- наименование факультета;
- наименование кафедры;
- наименование работы (курсовой проект);
- название (тема) работы;
- фамилия, инициалы и название группы исполнителя работы;
- фамилия и инициалы руководителя работы;
- дата регистрации работы на кафедре.

3.3 Оформление заголовков

По ГОСТ 7.32-2001 главы основной части работы не являются структурными элементами – таким элементом (наряду с рефератом (т.е. аннотацией), содержанием, введением, заключением, списком использованных источников, приложением и др.) является только вся основная часть в целом. По ГОСТ 7.32-2001 заголовки структурных элементов работы располагают в середине строки без точки в конце и печатают заглавными буквами жирным шрифтом без подчеркивания. Каждый структурный элемент следует начинать с новой страницы.

Главы обычно нумеруют, хотя, если их рассматривать в качестве структурных элементов работы, то указаний стандартов на этот счет никаких нет.

Главы могут делиться на параграфы, которые в свою очередь могут делиться на пункты и подпункты (и более мелкие разделы).

Номер параграфа состоит из номеров главы и параграфа в главе, разделенных точкой. В конце номера точка не ставится. Аналогичным образом нумеруются и пункты в параграфе (например: **2.4.2 Анализ результатов**). В принципе, допускается наличие в главе всего одного параграфа, а в параграфе – одного пункта. В этом случае параграф и пункт все равно нумеруются. Заголовки параграфов, пунктов и подпунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит

из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Размер абзацного отступа, как и расстояния между заголовками, ГОСТ 7.32-2001 никак не регулирует, но согласно ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам», по которому абзацный отступ равен пяти ударам пишущей машинки (или 15-17 мм).

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 3 или 4 интервалам (15 мм). При полуторном интервале расстояние между заголовком и текстом равно одной пустой строке. Расстояние между заголовками главы и параграфа – 2 интервала (8 мм).

3.4 Оформление содержания

По ГОСТ 7.32-2001 заголовок **СОДЕРЖАНИЕ** пишется жирным шрифтом заглавными буквами посередине строки.

Содержание включает введение, наименование всех глав, параграфов, пунктов, заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы работы.

По ГОСТ 2.105-95 наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Номер страницы, с которой начинается соответствующий структурный элемент работы, ставится в содержании на уровне последней строчки названия соответствующего структурного элемента работы. При этом между последней буквой названия структурного элемента работы и номером страницы помещается заполнитель в виде точек.

3.5 Оформление таблиц

По ГОСТ 7.32-2001 на все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела – в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (например: Таблица 1.2). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения (например: Таблица В.2). Слово «Таблица» пишется полностью. Наличие у таблицы собственного названия по ГОСТу не обязательно, но в данной работе рекомендуется указывать. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (например: Таблица 3 – Расход топлива). Точка в конце названия не ставится.

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» в случае если таблица распространяется на несколько страниц или «Окончание» если таблица заканчивается на данной странице и указывают номер таблицы (например: Продолжение таблицы 1).

Таблицу с большим количеством столбцов допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы. Если строки и столбцы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется головка, во втором случае – боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером столбцов и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами столбцы и(или) строки первой части таблицы.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они

имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят. Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается.

Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Но головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

3.6 Оформление иллюстративного материала

По ГОСТ 7.32-2001 на все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (например: Рисунок 1.1). Подпись к рисунку располагается под ним с абзацного отступа. Слово «Рисунок» пишется полностью. По ГОСТу можно ограничиться только номером (т.е. оставить, например, подпись: Рисунок 2), но в данной работе рекомендуется указывать. В этом случае подпись должна выглядеть так: Рисунок 2 – Силовой баланс автомобиля.

Точка в конце названия не ставится.

Если в работе есть приложения, то рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения (например: Рисунок А.3).

3.7 Оформление примечаний

По ГОСТ 7.32-2001 примечания размещают сразу после текста, рисунка или в таблице, к которым они относятся. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и идет текст примечания. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами без точки.

Примечание – _____

или:

Примечания

1 _____

2 _____

3 _____

Примечания можно оформить в виде сноски. Знак сноски ставят непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение. Знак сноски выполняют надстрочно арабскими цифрами со скобкой. Допускается вместо цифр выполнять сноски звездочками «*». Применять более трех звездочек на странице не допускается. Сноску располагают в конце страницы с абзацного отступа, отделяя от текста короткой горизонтальной линией слева.

3.8 Оформление формул и уравнений

По ГОСТ 7.32-2001 формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку. Над и под каждой формулой или уравнением нужно оставить по пустой строке. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:), или других математических знаков, причем этот знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «x».

Если нужны пояснения к символам и коэффициентам, то они приводятся сразу под формулой в той же последовательности, в которой они идут в формуле.

Все формулы нумеруются. Обычно нумерация сквозная. Номер проставляется арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке, сама формула выравнивается по середине:

$$A = \frac{b}{c}, \text{ см.} \quad (1)$$

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой, например: (1.4).

Формулы в приложениях имеют отдельную нумерацию в пределах каждого приложения с добавлением впереди обозначения приложения, например: (B.2).

Допускается выполнение формул и уравнений рукописным способом черными чернилами.

3.9 Оформление перечислений

По ГОСТ 7.32-2001 перед каждым перечислением следует ставить дефис или, при необходимости ссылки в тексте на одно из перечислений, строчную букву (за исключением ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь).

Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

а) _____

б) _____

1) _____

2) _____

в) _____

3.10 Оформление приложений

По ГОСТ 7.32-2001 в тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы жирным шрифтом 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, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность (например: **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**). 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 документе одно приложение, оно обозначается «**ПРИЛОЖЕНИЕ А**».

Текст каждого приложения может быть разделен на разделы, подразделы и т.д., которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Нумерация страниц приложений и основного текста должна быть сквозная.

3.11 Оформление списка литературы

По ГОСТ 7.32-2001 список литературы должен называться «Список использованных источников». По ГОСТ 7.32-2001 сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. Однако в таком контексте указанный список подразумевает не собственно список литературы, а список ссылок. Список же ссылок регламентируется специальным

ГОСТом – ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления», который особо разграничивает список ссылок и список литературы.

3.11.1 Структура списка литературы

Государственного стандарта по оформлению списка литературы нет, но существует общепринятая практика. Например, принято источники в списке литературы располагать в алфавитном порядке (относительно заголовка соответствующей источнику библиографической записи). При этом независимо от алфавитного порядка впереди обычно идут нормативные акты. Исходя из этого можно считать устоявшимся правилом следующий порядок расположения источников:

- нормативные акты;
- книги;
- печатная периодика;
- источники на электронных носителях локального доступа;
- источники на электронных носителях удаленного доступа (т.е. интернет-источники).

В каждом разделе сначала идут источники на русском языке, а потом – на иностранных языках (так же в алфавитном порядке).

Нормативные акты располагаются в следующем порядке:

- международные акты, ратифицированные Россией, причем сначала идут документы ООН;
- Конституция России;
- кодексы;
- федеральные законы;
- указы Президента России;
- постановления Правительства России;

- приказы, письма и пр. указания отдельных федеральных министерств и ведомств;
- законы субъектов России;
- распоряжения губернаторов;
- распоряжения областных (республиканских) правительств;
- судебная практика (т.е. постановления Верховного и прочих судов России);
- законодательные акты, утратившие силу.

Федеральные законы следует записывать в формате:

Федеральный закон от [дата] № [номер] «[название]» // [официальный источник публикации, год, номер, статья]

Законы располагаются не по алфавиту, а по дате принятия (подписания Президентом России) – впереди более старые.

Если при написании работы использовался законодательный сборник или издание отдельного закона, в список литературы все равно следует записать закон (приказ и т.п.) с указанием официального источника публикации. Для федеральных актов такими источниками являются: «Собрание законодательства Российской Федерации», «Российская газета», «Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации» и др.

3.11.2 Общие требования к описанию источников в списке литературы

ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Данный стандарт распространяется на описание документов в каталожных карточках, которое составляется библиотеками и другими библиографирующими учреждениями. ГОСТа для других случаев не существует.

По ГОСТ 7.1-2003 описание документа содержит ряд областей:

1. область заглавия и сведений об ответственности (название и ФИО автора или редактора);
2. область издания (особенности данного издания по отношению к предыдущему изданию того же произведения);
3. область специфических сведений;
4. область выходных данных (место издания, издательство, дата издания);
5. область физической характеристики (объем материала, размеры и пр.);
6. область серии (заглавие серии, ФИО редактора серии, международный стандартный номер серии ISSN и др.);
7. область примечания;
8. область стандартного номера (или его альтернативы) и условий доступности.

В большинстве студенческих работ не все эти области востребованы. Как правило, достаточны области 1, 2, 4 и частично 5.

Области описания отделяются друг от друга точкой и тире (точка, пробел, тире, пробел). В конце библиографического описания ставится точка.

Библиографические сведения указывают в описании в том виде, в каком они даны в описываемом источнике информации. Недостающие уточняющие сведения, а также полностью отсутствующие необходимые данные формулируют на основе анализа документа. При этом сведения, сформулированные на основе анализа документа, а также заимствованные из источников вне документа, во всех областях библиографического описания, кроме области примечания, приводят в квадратных скобках.

При составлении библиографического описания можно применять сокращение слов и словосочетаний, пропуск части элемента и другие приемы сокращения. Главным условием сокращения слов является однозначность их понимания и обеспечение расшифровки. Сокращения применяют во всех об-

ластях библиографического описания. Однако не допускается сокращать любые заглавия в любой области (за исключением случаев, когда сокращение имеется в самом описываемом источнике информации). В отдельных случаях, например, при записи очень длинного заглавия, допускается применять такой способ сокращения, как пропуск отдельных слов и фраз, если это не приводит к искажению смысла.

Прописные буквы применяют в соответствии с современными правилами грамматики того языка, на котором составлено библиографическое описание, независимо от того, какие буквы употреблены в источнике информации. С прописных букв начинают первое слово каждой области, а также первое слово следующих элементов: общего обозначения материала и любых заглавий во всех областях описания. Все остальные элементы записывают со строчной буквы. При этом сохраняют прописные и строчные буквы в официальных наименованиях современных организаций и других именах собственных.

3.11.3 Оформление заголовка библиографической записи

Оформление заголовка библиографической записи регламентируется ГОСТ 7.80-2000. «Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления».

Если у документа есть конкретные авторы, то впереди описания приводят имя автора. При наличии двух и трех авторов, как правило, указывают только имя первого. Если авторов четыре и более, то описание документа начинается с названия, а авторы идут после него через косую черту.

Редактор автором не является, но является ответственным. Его имя ставится после названия после косой черты.

Имя автора приводят в форме, получившей наибольшую известность.

Фамилия приводится в начале заголовка и, как правило, отделяется от имени (имен), имени и отчества, инициалов запятой. После приведенного ФИО ставится точка.

Ковалева, Анна Николаевна.

Рубенс, Питер Пауль.

Семенов, А. И.

При наличии в документе фамилии, объединяющей двух или трех лиц, в заголовке приводится фамилия только одного лица, как правило, первого или согласно алфавиту. Например, если в документе стоит «Братья Вайнеры», то в описании нужно указать только «Вайнер, Аркадий Александрович.».

Вместе с именем автора могут быть указаны идентифицирующие признаки. Их приводят после имени лица в круглых скобках со строчной буквы. Различные идентифицирующие признаки отделяют друг от друга точкой с запятой (;).

Дюма, Александр (сын).

Екатерина II (имп.).

3.11.4 Оформление название источника

По ГОСТ 7.1-2003 основное заглавие может содержать альтернативное заглавие, соединенное с ним союзом «или» и записываемое с прописной буквы. Перед союзом «или» ставят запятую (например: Наука радости, или Как не попасть на прием к психотерапевту).

После основного заглавия приводят общее обозначение материала с прописной буквы в квадратных скобках.

Декабристы в Сибири [Текст]

Книга иконных образцов [Изоматериал]

Государства Европы [Карты]

Библейские сюжеты [Электронный ресурс]

Если произведение размещено на нескольких носителях, относящихся к разным категориям материалов, приводят общее обозначение материала, принятого за основной объект описания. Если невозможно выбрать основной объект среди нескольких равных объектов на разных носителях, указывают обозначение [Мультимедиа] или [Комплект].

Далее приводят сведения, относящиеся к заглавию, т.е. содержащие информацию, раскрывающую и поясняющую основное заглавие, в том числе другое заглавие (подзаголовок), сведения о виде, жанре, назначении произведения, указание о том, что документ является переводом с другого языка, и т.п. Сведениям, относящимся к заглавию, предшествует двоеточие (пробел, двоеточие, пробел).

Экология ландшафта [Текст] : тез. докл. науч. конф. (Истра, 11 окт. 2000г.)

Информатика [Электронный ресурс] : Интернет-учебник

Музыка Вены [Ноты] : пьесы для юных пианистов

Каждым последующим разнородным сведениям о заглавии также предшествует двоеточие (пробел, двоеточие, пробел).

Италия [Текст] : Рим – Милан – Венеция – Флоренция : путеводитель

При описании некоторых видов документов сведения, содержащие обозначение документа, являются обязательными. Если эти сведения не были приведены в заголовке записи, их следует добавить.

Международная стандартная нумерация книг [Текст] : ГОСТ 7.53-2001

3.11.5 Оформление сведения об ответственности

По ГОСТ 7.1-2003 сведения об ответственности содержат информацию о лицах и организациях, участвовавших в создании интеллектуального, художественного или иного содержания произведения, являющегося объектом описания. Они могут состоять из имен лиц и (или) наименований организаций

вместе со словами, уточняющими категорию их участия в создании произведения, являющегося объектом описания. Сведения об ответственности записывают в той форме, в какой они указаны в источнике информации.

Первым сведениям об ответственности предшествует косая черта (пробел, косая черта, пробел); последующие группы сведений отделяют друг от друга точкой с запятой (пробел, точкой с запятой, пробел). Однородные сведения внутри группы отделяют запятыми (запятая, пробел). Порядок приведения сведений определяется их полиграфическим оформлением или последовательностью в источнике информации, независимо от степени ответственности.

/ Стюарт Аткинсон ; под ред. Ш. Эванс ; пер. с англ. И. И. Викторовой

По ГОСТ 7.1-2003 при наличии информации о четырех и более лицах и (или) организациях количество приводимых сведений об ответственности определяет библиографирующее учреждение. В случае реферата, курсовой или диплома, очевидно, такое решение принимает автор. Однако на практике более трех позиций приводить не принято.

В описании могут быть приведены сведения обо всех лицах и (или) организациях, указанных в источнике информации. При необходимости сократить их количество ограничиваются указанием первого из каждой группы с добавлением в квадратных скобках сокращения «и другие» [и др.]. При этом предполагается, что этих «и др.» более трех.

/ авт. карты и указ. В. К. Бронникова [и др.] ; отв. ред. А. А. Лютый [и др.]

/ Ин-т яз. и лит. Акад. наук Монголии, Ин-т языкознания Рос. акад. наук ; Е. Баярсайхан [и др.] (с монг. стороны), А. А. Дарбеева [и др.] (с рос. стороны) ; под общ. ред. А. Лувсандэндэва, Ц. Цэдэндамба

3.11.6 Оформление области издания

По ГОСТ 7.1-2003 область содержит информацию об изменениях и особенностях данного издания по отношению к предыдущему изданию того же произведения.

Сведения об издании приводят в формулировках и в последовательности, имеющих в источнике информации. Они обычно содержат слово «издание», заменяющие его слова «версия», «вариант», «выпуск», «редакция», «репринт» и т.п.

Порядковый номер, указанный в цифровой либо словесной форме, записывают арабскими цифрами, с добавлением окончания согласно правилам грамматики.

- . – 10-е изд.
- . – Изд. 7-е
- . – 2-я ред.

Сведения об ответственности записывают в области издания, если они относятся только к конкретному измененному изданию. Их записывают после сведений об издании, и им предшествует косая черта (пробел, косая черта, пробел, например:

- . – Изд. 2-е / перераб. с 1-го изд. П. Агафшин

3.11.7 Оформление области выходных данных

По ГОСТ 7.1-2003 область содержит сведения о месте и времени публикации, распространения и изготовления объекта описания, а также сведения об его издателе, распространителе, изготовителе.

Название места издания, распространения приводят в форме и падеже, указанных в предписанном источнике информации.

- . – Саратов
- . – В Можайске

Если указано несколько мест издания, приводят выделенное полиграфическим способом или указанное первым. Опущенные сведения отмечают сокращением [и др.] или его эквивалентом на латинском языке, приводимым в квадратных скобках.

. – СПб. [и др.]

. – London [etc.]

Могут быть приведены названия второго и последующих мест издания, отделяемые друг от друга точкой с запятой (пробел, точка с запятой, пробел).

При отсутствии сведений о месте издания может быть приведено в квадратных скобках сокращение [Б. м.] – «без места», либо его эквивалент на латинском языке [S. l.].

Не приводят место издания для неопубликованных материалов, например, рукописей. Сокращение [б. м.] также не приводят.

Издательство или распространителя приводят после сведений о месте издания, к которому оно относится, и отделяют двоеточием (пробел, двоеточие, пробел). Сведения приводят в том виде, как они указаны в источнике информации, сохраняя слова или фразы, указывающие функции (кроме издательской), выполняемые лицом или организацией. Сведения о форме собственности издателя или распространителя (АО, ООО, Ltd, Inc., GmbH и т.д.), как правило, опускают. Кавычки у названия издательства опускаются.

Если издателем является физическое лицо, в описании приводят его фамилию и инициалы в форме и падеже, указанных в источнике информации.

При наличии в источнике информации сведений о двух и более издателях в описании приводят имя (наименование), выделенное полиграфическим способом или указанное первым. Сведения об остальных могут быть приведены в примечании или опущены. Опущенные сведения отмечают сокращением [и др.] или [etc.]. Но эти сведения могут быть и приведены. В таком случае они разделяются двоеточием (пробел, двоеточие, пробел).

. – М. : Наука : Проспект : Инфра-М

При наличии нескольких групп сведений, включающих место издания и относящееся к нему издательство, их указывают последовательно и отделяют друг от друга точкой с запятой (пробел, точка с запятой, пробел). Количество групп может быть ограничено.

. – М. : Инфра-М ; Новосибирск : Сибирское соглашение

. – Тамбов : БИТ Пресс Сервис ; М. : Роскартография [и др.]

При отсутствии информации об издательстве приводят в квадратных скобках сокращение [Б. и.] или его эквивалент на латинском языке [S. n.].

Не приводят издательство для неопубликованных материалов. Не приводят в этих случаях и сокращение [Б. и.].

К имени (наименованию) издателя может быть в квадратных скобках добавлено пояснение его функции, если эти сведения можно выяснить.

. – [Б. м.] : MOROZ RECORDS [изд.] : РМГ РЕКОРДЗ [дистрибьютор]

В качестве даты издания приводят год публикации документа, являющегося объектом описания. Год указывают арабскими цифрами, ему предшествует запятая.

Если дата указана в источнике информации по летосчислению, отличному от общепринятого (григорианского календаря), ее так и приводят, а затем в квадратных скобках указывают год в современном летосчислении.

, 4308 [1975]

Если в источнике информации не указана дата публикации, приводят предполагаемую дату издания с соответствующими пояснениями, если это необходимо. Обозначение [б. г.] – «без года» не приводят.

, [1942?]

, [1898 или 1899]

, [ок. 1900]

, [между 1908 и 1913]

, [конец XIX - нач. XX в.]

, [199-]

, [18- -]

, [17- -?]

В качестве даты издания для неопубликованных материалов приводят дату производства (создания).

3.11.8 Оформление области физической характеристики

По ГОСТ 7.1-2003 область физической характеристики содержит обозначение физической формы, в которой представлен объект описания, в сочетании с указанием объема и, при необходимости, размера документа, его иллюстраций и сопроводительного материала, являющегося частью объекта описания.

В области приводят сведения о количестве физических единиц (арабскими цифрами) и специфическое обозначение материала. Сведения о виде материала приводят на языке библиографирующего учреждения.

. – 8 т.

. – 1 к. (4 л.)

. – 2 электрон. опт. диска

. – 1 мфиша

Сведения об объеме приводят теми цифрами (римскими или арабскими), которые использованы в объекте описания.

. – 186 с.

. – XII, 283 с.

. – ССХСІХ с.

. – С. 11-46

При необходимости в круглых скобках может быть указано время воспроизведения, количество кадров и т.п.

. – 1 зв. кассета (50 мин.)

В качестве других физических характеристик объекта описания могут быть приведены сведения об иллюстрациях, о материале, из которого изготовлен объект описания и т.п.

3.11.9 Оформление области серии

По ГОСТ 7.1-2003 область содержит сведения о многочастном документе, отдельным выпуском которого является объект описания.

- . – (Труды института / Второй Моск. гос. мед. ин-т им. Н. И. Пирогова ; т. 139. Раздел «Клиническая медицина». Серия «Терапия» ; вып. 13)
- . – (Русский символизм : избр. произведения : в 3 кн. / З. Г. Минц ; кн. 3)
- . – (Библиотека юридических и справочных данных ; 1997, вып. 4)

3.11.10 Оформление области примечания

По ГОСТ 7.1-2003 область примечания содержит дополнительную информацию об объекте описания, которая не была приведена в других элементах описания. Область примечания в целом факультативна, однако при составлении описания некоторых объектов отдельные примечания являются обязательными, например примечание об источнике основного заглавия, о системных требованиях при описании электронных ресурсов, сведения о депонировании при описании депонированной научной работы и др. Текст примечания не регламентируется.

- . – Загл. с этикетки видеодиска
- . – Систем. требования: WINDOWS 95 ; Pentium 90Mhz ; 16Mb RAM ; CD-ROM drive ; VIDEO 2Mb ; Sound card ; mouse
- . – Деп. в ВИНТИ 18.05.02, № 14432
- . – Режим доступа: www.un.org

3.11.11 Особенности оформления многотомных изданий

По ГОСТ 7.1-2003 в качестве основного заглавия приводят общее заглавие многотомного документа. Если многотомный документ не имеет отдельно

сформулированного общего заглавия, а заглавие каждого тома состоит из постоянной и изменяющейся части, то в качестве основного заглавия приводят постоянную часть.

В сведениях, относящихся к заглавию, приводят данные о количестве томов, которое предусмотрено при создании документа.

Русские писатели 20 века [Текст] : биографический словарь : в 4 т.

В области выходных данных приводят годы публикации первого и последнего томов, соединенные знаком тире, или один год, если все тома опубликованы в течение одного года, например:

. – М. : ДОКА, 1999-2001.

Отдельный том многотомника можно оформить двумя способами:

1. Казьмин, В. Д. Справочник домашнего врача [Текст]. В 3 ч. Ч. 2. Детские болезни / В. Д. Казьмин. – М. : АСТ : Астрель, 2002. – 503 с.

2. Казьмин, В. Д. Детские болезни [Текст] / В. Д. Казьмин. – М. : АСТ : Астрель, 2002. – 503 с. – (Справочник домашнего врача : в 3 ч. / В. Д. Казьмин ; ч. 2).

Т.е. в первом случае частное название тома попадает в область заглавия и сведений об ответственности – через точку (точка, пробел) сразу после общего названия многотомника и общего обозначения материала в квадратных скобках, причем впереди указывается номер тома.

Во втором случае область заглавия и сведений об ответственности заполняется частным заглавием тома без указания его номера, а общее заглавие многотомника с указанием количества томов и номера данного тома дается в области серии – в конце описания.

3.11.12 Особенности оформления периодических изданий

По ГОСТ 7.1-2003 основное заглавие сериального документа:

а) заглавие, общее для всех подсерий, и зависимое от него заглавие подсерии, неразрывно связанное с общим заглавием словами «серия», «раздел» и

т.п. Общее заглавие отделяют от зависимого точкой, обозначение и (или) номер подсерии, если они предшествуют зависимому заглавию, – запятой. После слова «серия» ставят двоеточие, если за ним следует грамматически не связанное с ним тематическое заглавие, например:

Известия Российской академии наук. Серия геологическая
Труды исторического факультета МГУ. Серия 4, Библиографии
Вестник Ивановского государственного университета. Серия «Химия, биология»

б) собственно заглавие подсерии, независимое от общего заглавия и выделенное полиграфически. Общее заглавие указывают в области серии, т.е. в самом конце описания в круглых скобках, например:

Комитет экспертов ВОЗ по лекарственной зависимости ... – (Серия технических докладов ВОЗ)

Если основное заглавие включает дату или нумерацию, которая меняется в разных выпусках, то эту часть заглавия опускают и заменяют многоточием, например:

Обзор важнейших нормативных актов за ...

Область нумерации содержит сведения, включающие:

- первый и последний номера и (или) даты начала и прекращения публикации документа, соединенные знаком тире, – при описании сериального документа, прекратившего существование;
- первый номер и (или) дату его опубликования, после которых ставят тире и оставляют интервал в четыре пробела, – при описании сериального документа, продолжающего публиковаться.

В зависимости от способа нумерации сериального документа запись в области может начинаться с номера (цифровое и (или) буквенное обозначение) или с года (хронологическое обозначение).

При цифровой и (или) буквенной нумерации приводят обозначение и номер выпуска. Если также указан год опубликования выпуска, его приводят в круглых скобках.

№ 1 (2001)-

Годы публикации первого и последнего номера опускают, если они совпадают с годами, приведенными в области выходных данных.

При хронологической нумерации приводят год, затем номер. Год и номер обозначают арабскими цифрами.

2001, № 1 А

2000, вып. 1/2

Номер опускают, если он является первым для года основания и последним для года прекращения.

Даты приводят в следующем порядке: год, месяц или год, день и месяц.

2001, март

2000, 14 февр.

Если в документе представлено как цифровое, так и хронологическое обозначения, то цифровое обозначение приводят перед хронологическим. При перерывах в нумерации, а также при ее возобновлении приводят оба ряда нумерации. Между ними ставят точку с запятой.

Вып. 1 (1990)-12 (1995) ; т.1 (1996)-5(2000)

Т. 1 (1998)-3 (2000) ; сер. 2, т. 1 (2001)-

1930-1941 ; 1945-1956 ; 1999-

При составлении описания на документ в целом, если он продолжает публиковаться, приводят год издания первого номера и тире, после которого оставляют интервал в 4 пробела.

Долгопрудный : МФТИ, 1998-

При составлении описания на документ, прекративший существование, приводят годы издания первого и последнего номеров, соединенные тире.

3.11.13 Оформление отдельного документа, входящего составной частью в другое издание

По ГОСТ 7.1-2003 перед сведениями о документе, в котором помещена составная часть, применяют соединительный элемент: знак две косые черты с пробелами до и после него. Общая схема:

Сведения о составной части документа // Сведения об идентифицирующем документе. – Сведения о местоположении составной части в документе.
– Примечания.

При этом допускается точку и тире между областями библиографического описания заменять точкой, т.е. например, эти записи равноправны:

- Маркетинг как концепция рыночного управления [Текст] / Е. П. Голубков // Маркетинг в России и за рубежом. – 2001. – № 1. – С. 89-104.
- Маркетинг как концепция рыночного управления [Текст] / Е. П. Голубков // Маркетинг в России и за рубежом. 2001. № 1. С. 89-104.

При описании фрагмента документа, не имеющего заглавия, основное заглавие этого фрагмента может быть сформулировано на основе анализа документа и приведено в квадратных скобках.

[Отрывки из дневника]

[Карта-схема г. Севастополя]

Если сведения об ответственности составной части документа совпадают с заголовком библиографической записи, то они могут быть опущены, т.е., например, такие записи равноправны:

- Мальцева, Л. Л. Гуманизация научного познания [Текст] : гносеол. и методол. аспекты / Л. Л. Мальцева //
- Мальцева, Л. Л. Гуманизация научного познания [Текст] : гносеол. и методол. аспекты //

При таком описании, как правило, опускают сведения об издателе и распространителе. Однако в случае необходимости (для идентификации документов с одинаковыми заглавиями, выпущенных разными издателями) сведения об издателе и распространителе могут быть приведены.

Если документ, в котором помещена составная часть, является периодическим (журнал или газета), место его публикации не приводят, за исключением случаев, когда это необходимо для идентификации документа.

// Библиотекосведение. – 2001. – № 1. – С. 19-26

// Квантовая электроника. – Киев, 1987. – Вып. 32. – С. 3-13

// Квантовая электроника. – М., 1987. – Т. 14, № 7. – С. 512-516

Местоположение составной части, как правило, обозначается сквозной нумерацией страниц «от и до». Нумерации предшествует сокращенное обозначение слова страница («С.»), которое приводят на языке выходных сведений документа; между первой и последней страницами ставят знак тире. Если составная часть опубликована на нумерованных страницах, их номера заключают в квадратные скобки.

C. 17-28

P. 18-30

S. 12-31

C. [1-8]

Страницы указывают арабскими или римскими цифрами, в зависимости от того, какая нумерация приведена в документе. Если нумераций несколько, их отделяют друг от друга запятой.

C. I-XXXVI, 1-12

Частное заглавие тома или выпуска приводят в описании после знака двоеточие.

Генезис, природа и развитие античной философии [Текст] // Западная философия от истоков до наших дней / Джованни Реале, Дарио Антисери ; пер. с итал. С. Мальцевой. – СПб., 1994. – [Вып.] 1 : Античность, гл.1. – С. 3-15.

Номера страниц, на которых размещен описываемый документ, можно опустить, если количество страниц в издании (прежде всего, в газете) 8 и менее страниц.

Чемпионы раз в 36 лет? [Текст] / Александр Мартанов // Спорт-экспресс. – 2002. – 24 мая.

Если составная часть помещена в двух и более томах (выпусках, номерах) многотомного или сериального документа, то сведения о ее местоположении в каждом из томов (выпусков, номеров) отделяют точкой с запятой.

1984 [Текст] : роман / Дж. Оруэлл ; пер. с англ. В. Голышева // Новый мир. – 1989. – № 2. – С. 132-172 ; № 3. – С. 140-189 ; № 4. – С. 92-128.

Записки [Текст] / Н. Г. Залесов ; сообщ. Н. Н. Длуская // Рус. старина. – 1903. – Т. 114, вып. 4. – С. 41-64 ; вып. 5. – С. 267-289 ; Т. 115, вып. 7. – С. 21-37 ; 1905. – Т. 122, вып. 6. – С. 509-548.

Если составная часть помещена в томе, выпуске собрания сочинений, избранных сочинений и т.п., имя автора в сведениях об идентифицирующем документе не повторяют, за исключением случаев, когда возможно двойное понимание библиографического описания.

Борис Годунов [Текст] / А. С. Пушкин // Соч. : в 3 т. – М., 1986. – Т. 2. – С. 432-437.

При описании рецензий и рефератов сведения о рецензируемых (реферлируемых) документах приводят в примечании после слов «Рец. на кн.:», «Рец. на ст.:», «Реф. кн.:», «Реф. ст.:» или их эквивалентов на других языках: «Rev. op.:», «Ref. op.:».

Из истории белого движения [Текст] / К. Александров // Мир библиографии. – 1998. – № 2. – С. 94-95. – Рец. на кн.: Библиографический справочник высших чинов Добровольческой армии и Вооруженных сил Юга России : (материалы к истории белого движения) / Н. Н. Рутыч. – М. : Regnum : Рос. архив, 1997.

3.11.14 Оформление электронных ресурсов (интернет-источников)

Электронных ресурсов ГОСТ 7.1-2003 касается только вскользь на эти ресурсы существует специальный стандарт – ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления».

Под электронными ресурсами подразумеваются как собственно данные из Интернета, так и данные на конкретном «винчестере», CD, дискетах и т.п. Все такого рода данные считаются опубликованными.

Схема описания электронного ресурса:

Основное заглавие [Общее обозначение материала] = Параллельное заглавие : сведения, относящиеся к заглавию / сведения об ответственности. – Сведения об издании = Параллельные сведения об издании / сведения об ответственности, относящиеся к изданию, дополнительные сведения об издании. – Обозначение вида ресурса (объем ресурса). – Место издания : имя издателя, дата издания (Место изготовления : имя изготовителя, дата изготовления). – Специфическое обозначение материала и количество физических единиц : другие физические характеристики ; размер + сведения о сопроводительном материале. – (Основное заглавие серии или подсерии = Параллельное заглавие серии или подсерии : сведения, относящиеся к заглавию серии или подсерии / сведения об ответственности, относящиеся к серии или подсерии, ISSN ; нумерация внутри серии или подсерии). – Примечание. – Стандартный номер = Ключевое заглавие : условия доступности и (или) цена.

На практике для рефератов, курсовых, дипломов и диссертаций интернет-ресурсы достаточно описать, например, так:

Арестова, О. Н. Региональная специфика сообщества российских пользователей сети Интернет [Электронный ресурс] / О. Н. Арестова, Л. Н. Бабанин, А. Е. Войскунский. – Режим доступа: <http://www.relarn.ru:8082/conf/conf97/10.html>. – Загл. с экрана.

3.11.15 Примеры библиографических описаний

Однотомные издания

Семенов, В. В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В. В. Семенов ; Рос. акад. наук, Пущин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. – Пущино : ПНЦ РАН, 2000. – 64 с.

Мюссе, Л. Варварские нашествия на Западную Европу [Текст] : вторая волна / Люсьен Мюссе ; перевод с фр. А. Тополева ; [примеч. А. Ю. Карчинского]. – СПб. : Евразия, 2001. – 344 с.

История России [Текст] : учеб. пособие для студентов всех специальностей / В. Н. Быков [и др.] ; отв. ред В. Н. Сухов ; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. – 2-е изд., перераб. и доп. / при участии Т. А. Суховой. – СПб. : СПбЛТА, 2001. – 231 с.

Многотомные издания

Документ в целом:

Гиппиус, З. Н. Сочинения [Текст] : в 2 т. / Зинаида Гиппиус ; [вступ. ст., подгот. текста и коммент. Т. Г. Юрченко ; Рос. акад. наук, Ин-т науч. информ. по обществ. наукам]. – М. : Лаком-книга : Габестро, 2001.

Отдельный том

Казьмин, В. Д. Справочник домашнего врача [Текст]. В 3 ч. Ч. 2. Детские болезни / Владимир Казьмин. – М. : АСТ : Астрель, 2002. – 503 с.

или

Казьмин, В. Д. Детские болезни [Текст] / Владимир Казьмин. – М. : АСТ : Астрель, 2002. – 503 с. – (Справочник домашнего врача : в 3 ч. / Владимир Казьмин ; ч. 2).

Депонированные научные работы

Разумовский, В. А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе [Текст] / В. А. Разумовский, Д. А. Андреев ; Ин-т экономики города. – М., 2002. – 210 с. – Деп. в ИНИОН Рос. акад. наук 15.02.02, № 139876.

Неопубликованные работы

Состояние и перспективы развития статистики печати Российской Федерации [Текст] : отчет о НИР (заключ.) : 06-02 / Рос. кн. палата ; рук. А. А. Джиго ; исполн.: В. П. Смирнова [и др.]. – М., 2000. – 250 с. – Инв. № 756600.

Электронные ресурсы

Ресурсы локального доступа:

Художественная энциклопедия зарубежного классического искусства [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф., зв. дан. и прикладная прогр. (546 Мб). – М. : Большая Рос. энцикл. [и др.], 1996. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см + рук. пользователя (1 л.) + открытка (1 л.). – (Интерактивный мир). – Систем. требования: ПК 486 или выше ; 8 Мб ОЗУ ; Windows 3.1 или Windows 95 ; SVGA 32768 и более цв. ; 640x480 ; 4x CD-ROM дисковод ; 16-бит. зв. карта ; мышь. – Загл. с экрана. – Диск и сопровод. материал помещены в контейнер 20x14 см.

Даль, Владимир Иванович. Толковый словарь живого великорусского языка Владимира Даля [Электронный ресурс] : подгот. по 2-му печ. изд. 1880-1882 гг. – Электрон. дан. – М. : АСТ [и др.], 1998. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см + рук. пользователя (8 с.) – (Электронная книга). – Систем. требования: IBMPC с процессором 486 ; ОЗУ 8 Мб ; операц. система Windows (3x, 95, NT) ; CD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с экрана.

Oxford interactive encyclopedia [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. и прогр. – [Б. м.] : The Learning Company, 1997. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см. – Систем. требования: ПК с процессором 486 + ; Windows 95 или Windows 3.1 ; дисковод CD-ROM ; зв. карта. – Загл. с этикетки диска.

Ресурсы удаленного доступа:

Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информ. технологий РГБ ; ред. Власенко Т.В. ; Web-мастер Козлова Н.В. – Электрон. дан. – М. : Рос. гос. б-ка, 1997- . – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

Исследовано в России [Электронный ресурс] : многопредмет. науч. журн. / Моск. физ.-техн. ин-т. – Электрон. журн. – Долгопрудный : МФТИ, 1998- . – Режим доступа к журн.: <http://zhurnal.mipt.rssi.ru>. Доступен также на

дискетах. – Систем. требования для дискет: IBMPC ; Windows 3.xx/95 ; Netscape Navigator или Internet Explorer ; Acrobat Reader 3.0. – Загл. с экрана. – № гос. регистрации 0329900013.

Составные части документов

Статья из книги

Двинянинова, Г. С. Комплимент : Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе [Текст] / Г. С. Двинянинова // Социальная власть языка : сб. науч. тр. / Воронеж. межрегион. ин-т обществ. наук, Воронеж. гос. ун-т, Фак. романо-герман. истории. – Воронеж, 2001. – С. 101-106.

Статья из сериального издания

Михайлов, С. А. Езда по-европейски [Текст] : система платных дорог в России находится в начал. стадии развития / Сергей Михайлов // Независимая газ. – 2002. – 17 июня.

Боголюбов, А. Н. О вещественных резонансах в волноводе с неоднородным заполнением [Текст] / А. Н. Боголюбов, А. Л. Делицын, М. Д. Малых // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3, Физика. Астрономия. – 2001. – № 5. – С. 23-25.

Казаков, Н. А. Запоздалое признание [Текст] : повесть / Николай Казаков ; рисунки Е. Спиридонова // На боевом посту. – 2000. – № 9. – С. 64-76 ; № 10. – С. 58-71.

Раздел, глава

Малый, А. И. Введение в законодательство Европейского сообщества [Текст] / Ал. Малый // Институты Европейского союза : учеб. пособие / Ал. Малый, Дж. Кемпбелл, М. О'Нейл. – Архангельск, 2002. – Разд. 1. – С. 7-26.

Глазырин, Б. Э. Автоматизация выполнения отдельных операций в Word 2000 [Текст] / Б. Э. Глазырин // Office 2000 : 5 кн. в 1 : самоучитель / Э. М. Берлинер, И. Б. Глазырина, Б. Э. Глазырин. – 2-е изд., перераб. – М., 2002. – Гл. 14. – С. 281-298.

Рецензии

Гаврилов, А. В. Как звучит? [Текст] / Андрей Гаврилов // Кн. обозрение. – 2002. – 11 марта (№ 10-11). – С. 2. – Рец. на кн.: Музыкальный запас. 70-е :

проблемы, портреты, случаи / Т. Чередниченко. – М. : Новое лит. обозрение, 2002. – 592 с.

3.12 Оформление ссылок

Оформление ссылок регламентируется ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Стандарт распространяется на библиографические ссылки, используемые в любых опубликованных и неопубликованных документах на любых носителях.

По расположению в документе ссылки могут быть:

- внутритекстовые, помещенные в тексте документа;
- подстрочные, вынесенные из текста вниз страницы документа (в сноску);
- затекстовые, вынесенные за текст документа или его части (в выноску).

При повторе ссылок на один и тот же объект различают ссылки:

- первичные, в которых библиографические сведения приводятся впервые в данном документе;
- повторные, в которых ранее указанные библиографические сведения повторяют в сокращенной форме.

Повторные ссылки также могут быть внутритекстовыми, подстрочными, затекстовыми.

Если объектов ссылки несколько, то их объединяют в одну комплексную библиографическую ссылку. Ссылки, включенные в комплексную ссылку, отделяют друг от друга точкой с запятой с пробелами до и после этого знака. Несколько объектов в одной ссылке располагают в алфавитном или хронологическом порядке, либо по принципу единой графической основы – кириллической, латинской и т.д., либо на каждом языке отдельно (по алфавиту названий языков). Если в комплекс включено несколько приведенных подряд ссылок, содержащих записи с идентичными заголовками (работы одних и тех же

авторов), то заголовки во второй и последующих ссылках могут быть заменены их словесными эквивалентами «Его же», «Ее же», «Их же», или – для документов на языках, применяющих латинскую графику, – «Idem», «Eadem», «Iidem».

В отличие от описания источника в списке литературы, в ссылках допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой, а квадратные скобки для сведений, заимствованных не из самого источника информации, опускать.

В области физической характеристики в ссылке указывают либо общий объем документа (т.е. общее количество страниц), либо сведения о местоположении объекта ссылки в документе.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяют в сведениях об ответственности.

Если текст цитируется не по первоисточнику, а по другому документу, то в начале ссылки приводят слова: «Цит. по: » (цитируется по), «Приводится по: », с указанием источника заимствования, например:

Цит. по: Флоренский П. А. У водоразделов мысли. М., 1990. Т. 2. С. 27.

Для связи подстрочных библиографических ссылок с текстом документа используют знак сноски; для связи затекстовых библиографических ссылок с текстом документа используют знак выноски или отсылку, которые приводят в виде цифр (порядковых номеров), букв, звездочек и других знаков.

Отсылки в тексте документа заключают в квадратные скобки. При необходимости отсылки могут содержать определенные идентифицирующие сведения: имя автора (авторов), название документа, год издания, обозначение и номер тома, указание страниц.

Внутритекстовая библиографическая ссылка-располагается прямо в тексте и заключается в круглые скобки. Она может содержать (т.е. не обязательно) все элементы, которые должны быть в описании источника в списке литературы.

(Мельников В. П., Клейменов С. А., Петраков А. М. Информационная безопасность и защита информации : учеб. пособие. М., 2006)

(Краткий экономический словарь / А. Н. Азрилян [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Ин-т новой экономики, 2002. 1087 с.)

(Избранные лекции. СПб., 2005. С. 110-116)

Подстрочная библиографическая ссылка - оформляется как примечание, вынесенное из текста документа вниз страницы. Она может содержать (т.е. не обязательно) все элементы, которые должны быть в описании источника в списке литературы:

¹ Тарасова В. И. Политическая история Латинской Америки. М., 2006. С. 305.

³ Кутепов В. И., Виноградова А. Г. Искусство Средних веков / под общ. ред. В. И. Романова. – Ростов н/Д, 2006. – С. 144-251.

Допускается, при наличии в тексте библиографических сведений о составной части, в подстрочной ссылке указывать только сведения об идентифицирующем документе:

² Адорно Т. В. К логике социальных наук // Вопр. философии. – 1992. – № 10. – С. 76-86.

или, если о данной статье говорится в тексте документа:

² Вопр. философии. 1992. № 10. С. 76-86.

Для записей на интернет-ресурсы допускается при наличии в тексте сведений, идентифицирующих электронный ресурс удаленного доступа, в подстрочной ссылке указывать только его электронный адрес – URL (Uniform Resource Locator):

² Официальные периодические издания : электрон. путеводитель / Рос.нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 2005-2007. URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

или, если о данной публикации говорится в тексте документа:

² URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html>

При нумерации подстрочных библиографических ссылок применяют единообразный порядок для всего данного документа: сквозную нумерацию по всему тексту, в пределах каждой главы, раздела, части и т. п., или – для данной страницы документа.

Затекстовая библиографическая ссылка – это номер источника в списке ссылок.

Совокупность затекстовых ссылок оформляется как перечень библиографических записей, помещенный после текста документа или его составной части. При этом совокупность затекстовых библиографических ссылок не является библиографическим списком (списком литературы), как правило, также помещаемыми после текста документа и имеющими самостоятельное значение.

Ссылка в указанной совокупности затекстовых ссылок может содержать (т.е. не обязательно) все элементы, которые должны быть в описании источника в списке литературы.

При нумерации затекстовых ссылок используется сплошная нумерация для всего документа в целом или для отдельных глав, разделов, частей и т.п. Для связи с текстом документа порядковый номер библиографической записи в затекстовой ссылке указывают в знаке выноски, который набирают в верхнем регистре, или в отсылке, которую приводят в квадратных скобках в строку с текстом документа.

В тексте:

Общий список справочников по терминологии, охватывающий время не позднее середины XX века, дает работа библиографа И. М. Кауфмана⁵⁹.

В затекстовой ссылке:

⁵⁹ Кауфман И. М. Терминологические словари : библиография. М., 1961.

или

В тексте:

Общий список справочников по терминологии, охватывающий время не позднее середины XX века, дает работа библиографа И. М. Кауфмана [59].

В затекстовой ссылке:

59. Кауфман И. М. Терминологические словари : библиография. М., 1961.

Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в отсылке указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой, например:

В тексте:

[10, с. 81]

В затекстовой ссылке:

10. Бердяев Н. А. Смысл истории. М. : Мысль, 1990. 175 с.

При отсутствии нумерации записей в затекстовой ссылке (т.е. когда список ссылок не нумеруется), в отсылке указывают сведения, позволяющие идентифицировать объект ссылки.

Если ссылку приводят на документ, созданный одним, двумя или тремя авторами, в отсылке указывают фамилии авторов, если на документ, созданный четырьмя и более авторами, а также, если авторы не указаны, – в отсылке указывают название документа; при необходимости сведения дополняют указанием года издания и страниц. Сведения в отсылке разделяют запятой, например:

В тексте:

[Пахомов, Петрова]

[Нестационарная аэродинамика баллистического полета]

В затекстовой ссылке:

Пахомов В. И., Петрова Г. П. Логистика. М. : Проспект, 2006. 232 с.

Нестационарная аэродинамика баллистического полета / Ю. М. Липницкий [и др.]. М., 2003. 176 с.

В тексте (Так как в тексте встречаются также отсылки на другую книгу М. М. Бахтина, изданную в 1975 г., в отсылке указан год издания.):

[Бахтин, 2003, с. 18]

В отсылке допускается сокращать длинные заглавия, обозначая опускаемые слова многоточием с пробелом до и после этого предписанного знака, например:

[Философия культуры ... , с. 176]

Если отсылка содержит сведения о нескольких затекстовых ссылках, группы сведений разделяют знаком точка с запятой, например:

[Сергеев, Латышев, 2001; Сергеев, Крохин, 2000]

[Гордлевский, т. 2, с. 142; Алькаева, Бабаев, с. 33-34]

Повторная библиографическая ссылка.

Повторную ссылку на один и тот же документ (группу документов) или его часть приводят в сокращенной форме при условии, что все необходимые для идентификации и поиска этого документа библиографические сведения указаны в первичной ссылке на него. Выбранный прием сокращения библиографических сведений используется единообразно для данного документа.

В повторной ссылке указывают элементы, позволяющие идентифицировать документ, а также элементы, отличающиеся от сведений в первичной ссылке.

Внутритекстовая ссылка. Пример:

Первичная: (Васильев С. В. Инновационный маркетинг. М., 2005)

Вторичная: (Васильев С. В. Инновационный маркетинг. С. 62)

Аналогичным образом оформляется и подстрочная ссылка.

При затекстовой ссылке будет так:

Первичная: 57. Шапкин А. С. Экономические и финансовые риски : оценка, управление, портфель инвестиций. Изд. 3-е. М., 2004. 536 с.

Вторичная: 62. Шапкин А. С. Экономические и финансовые риски. С. 302.

Если первичная и повторная ссылки на сериальный документ следуют одна за другой, в повторной ссылке указывают основное заглавие документа и отличающиеся от данных в первичной ссылке сведения о годе, месяце, числе, страницах.

Во внутритекстовой ссылке это будет, например, так:

Первичная: (Вопр. экономики. 2006. № 2)

Вторичная: (Вопр. экономики. № 3)

При последовательном расположении первичной и повторной ссылок текст повторной ссылки заменяют словами «Там же» или «Ibid.» (*ibidem*) для документов на языках, применяющих латинскую графику. В повторной ссылке на другую страницу к словам «Там же» добавляют номер страницы, в повторной ссылке на другой том (часть, выпуск и т.п.) документа к словам «Там же» добавляют номер тома.

В повторных ссылках, содержащих один и тот же документ, созданный одним, двумя или тремя авторами, не следующих за первичной ссылкой, приводят заголовок, а основное заглавие и следующие за ним повторяющиеся элементы заменяют словами «Указ. соч.» (указанное сочинение), «Цит. соч.» (цитируемое сочинение), «Op. cit.» (*opus citato* – цитированный труд) - для документов на языках, применяющих латинскую графику. В повторной ссылке на другую страницу к словам «Указ. соч.» (и т.п.) добавляют номер страницы, в повторной ссылке на другой том (часть, выпуск и т. п.) документа к словам «Указ. соч.» добавляют номер тома.

Для подстрочной ссылки:

Первичная: ⁵ Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире : междунар. науч. пед. Интернет-журн. 21.10.03. URL: <http://www.oim.ru/reader.asp?nomer=366> (дата обращения: 17.04.07).

Вторичная: ⁷ Логинова Л. Г. Указ. соч.

Для затекстовой ссылки:

Первичная: 74. Соловьев В. С. Красота в природе : соч. в 2 т. М. : Прогресс, 1988. Т. 1. С. 35-36.

Вторичная: 77. Соловьев В. С. Указ. соч. Т. 2. С. 361.

3.12.1 Особенности оформления ссылок на электронные ресурсы

В области примечаний приводят сведения, необходимые для поиска и характеристики технических спецификаций электронного ресурса. Сведения приводят в следующей последовательности: системные требования, сведения об ограничении доступности, дату обновления документа или его части, электронный адрес, дату обращения к документу. Например, для затекстовой ссылки:

65. Авилова Л. И. Развитие металлопроизводства в эпоху раннего металла (энеолит – поздний бронзовый век) [Электронный ресурс] : состояние проблемы и перспективы исследований // Вестн. РФФИ. 1997. № 2. URL: <http://www.rfbr.ru/pics/22394ref/file.pdf> (дата обращения: 19.09.2007).

Примечание об ограничении доступности приводят в ссылках на документы из локальных сетей, а также из полнотекстовых баз данных, доступ к которым осуществляется на договорной основе или по подписке (например, «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «EBSCO», «ProQuest», «Интегрум» и т. п.), например, для подстрочной ссылки:

⁵ О введении надбавок за сложность, напряженность и высокое качество работы [Электронный ресурс] : указание М-ва соц. защиты Рос. Федерации от 14 июля 1992 г. № 1-49-У. Документ опубликован не был. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

При наличии сведений о дате последнего обновления или пересмотра сетевого документа, их указывают в ссылке, предваряя соответствующими словами «Дата обновления» («Дата пересмотра» и т. п.). Дата включает в себя день, месяц и год, например, для затекстовой ссылки:

114. Экономический рост // Новая Россия : [библиогр. указ.] / сост.: Б. Берхина, О. Коковкина, С. Канн ; Отд-ние ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, [2003 -]. Дата обновления: 6.03.2007. URL: <http://www.prometeus.nsc.ru/biblio/newrus/egrowth.ssi> (дата обращения: 22.03.2007).

После электронного адреса в круглых скобках приводят сведения о дате обращения к электронному сетевому ресурсу: после слов «дата обращения» указывают число, месяц и год, например:

⁵ Весь Богородский уезд : форум // Богородск – Ногинск. Богородское краеведение : сайт. Ногинск, 2006. URL: <http://www.bogorodsk-noginsk.ru/forum/> (дата обращения: 20.02.2007).

46. Инвестиции останутся сырьевыми // PROGNOSIS.RU : ежедн. интернет-изд. 2006. 25 янв. URL: <http://www.prognosis.ru/print.html?i>

3.13 Графическая часть

Графическая часть работы состоит из 3 листов формата А1 образцы которых представлены в приложении.

4 ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

На защите курсового проекта студент кратко, в течение 10 минут (максимум), докладывает об актуальности выбранной темы, предмете и объекте, целях и задачах исследования, основных выводах из проведенного анализа.

Краткий доклад может быть подготовлен письменно, но выступать на защите следует свободно, не зачитывая текст.

По окончании доклада студенту задаются вопросы по теме курсового проекта, а также по его непосредственному содержанию. Отвечая на вопросы, студент должен давать короткие и исчерпывающие ответы.

Защита курсового проекта принимается преподавателем дисциплины, который оценивает:

- совпадает ли предметная область курсового проекта с программой по данной дисциплине;
- соответствует ли объект и предмет исследования поставленной проблеме;
- содержаться ли во введении все необходимые элементы;
- уровень работы с источниками и литературой: нормативными актами и статистическими данными, монографической и учебной литературой, периодической печатью и электронными ресурсами, документами финансовой (бухгалтерской) отчетности;
- теоретический уровень работы;
- соответствует ли оформление работы требованиям, предъявляемым ГОСТ;
- содержательность доклада студента и его ответов на вопросы.

Оценивается курсовой проект по 4-х бальной системе (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно). Оценка фиксируется в ведомости и зачетной книжке студента (за исключением неудовлетворительной оценки).

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

5.1 Исследования оценочных показателей

Для проведения исследования оценочных показателей тягово-скоростных и прочих свойств используем технические характеристики автомобиля.

Таблица 5.1 – Технические характеристики автомобиля.

Тип автомобиля	Ед. изм.
Масса в снаряженном состоянии	кг
Разрешенная максимальная масса	кг
Габаритная высота	м
Габаритная ширина	м
Тип двигателя	
Рабочий объем двигателя	л
Степень сжатия	
Номинальная мощность	кВт
Номинальная частота вращения коленчатого вала	об/мин
Максимальный крутящий момент на коленчатом валу	Н х м
Частота вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте	об/мин
Предельная частота вращения коленчатого вала двигателя	об/мин
Передаточное число первой передачи	
Передаточное число второй передачи	
Передаточное число третьей передачи	
Передаточное число четвертой передачи	
Передаточное число пятой передачи	
Передаточное число шестой передачи	
Передаточное число передачи заднего хода	
Передаточное число главной передачи	
Колесная формула	
Ширина шины	мм
Отношение высоты профиля шины к его ширине	%
Посадочный диаметр обода	"

Максимальную мощность двигателя в зависимости от частоты вращения коленчатого вала можно снять из внешней скоростной характеристики, либо рассчитать по формуле зависимости $N_e = f(n)$, аппроксимируемой формулой кубического трехчлена

$$N_e = N_{max} \left[a \frac{n}{n_N} + b \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 + c \left(\frac{n}{n_N} \right)^3 \right] \quad (5.1)$$

где: a, b, c – коэффициенты, постоянные для данного типа двигателя

n – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;

n_N – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Принимая во внимание, что

$$M_K = 9550 \frac{N_e}{n},$$

находим

$$M_K = M k_N \left[a + b \left(\frac{n}{n_N} \right) - c \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 \right] \quad (5.2)$$

где: $M k_N$ – максимальный крутящий момент при n_N , Н*м;

n_N – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Для построения расчетной внешней характеристики выразим через эти коэффициенты величины n_{Mmax} и M_{Kmax} :

$$n_{Mmax} = b \frac{n_N}{2c} \quad (5.3)$$

Подставив значение n_{Mmax} в равенство (5.2), получим:

$$M_{Kmax} = M k_N \left[a + \frac{b^2}{4c} \right] \quad (5.4)$$

Кроме того, при $n = n_N$ должно выполняться равенство $N_e = N_{max}$, и тогда:

$$a + b - c = 1 \quad (5.5)$$

Таким образом, для определения коэффициентов a, b , и c для двигателей, снабженных ограничителем частоты вращения коленчатого вала двигателя, можно использовать уравнения (5.3) – (5.5).

Принимая во внимание, что:

$$\frac{M_{Kmax}}{M k_N} = k_M = 1 + \frac{M_3}{100} \quad (5.6)$$

найдем коэффициенты:

$$a = 1 - \frac{M_3}{100} \frac{k_\omega(2-k_\omega)}{(k_\omega-1)^2} \quad (5.7)$$

$$b = 2 \frac{M_3}{100} \frac{k_\omega}{(k_\omega-1)^2} \quad (5.8)$$

$$c = \frac{M_3}{100} \left(\frac{k_\omega}{k_\omega-1} \right)^2 \quad (5.9)$$

где: M_3 – запас крутящего момента в процентах, то есть способность двигателя автоматически приспосабливаться к изменениям нагрузки на колесах;

k_ω – коэффициент приспособляемости по частоте вращения коленчатого вала.

$$M_3 = \left(\frac{M_{Kmax}}{Mk_N} - 1 \right) 100 \quad (5.10)$$

где: Mk_N – крутящий момент, соответствующей частоте вращения n_N ;

$$Mk_N = 9550 \frac{N_{max}}{n_N} \quad (5.11)$$

Коэффициент приспособляемости определяем по формуле:

$$k_\omega = \frac{n_N}{n_{Mmax}} \quad (5.12)$$

После подстановки исходных данных в соответствующие формулы находим характерные точки внешней скоростной характеристики.

Шаг частоты вращения выбрать в зависимости от максимальной частоты вращения, заданной в исходных данных.

При стендовых испытаниях с двигателями снимают или отключают часть вспомогательного оборудования, работа которых сопряжена с потерями мощности.

Мощность двигателя, приведенная к стандартным внешним условиям (барометрическое давление 100 кПа; температура воздуха +25°C) как правило отлична от тех условий, в которых работает двигатель в эксплуатации.

При эксплуатации часть мощности двигателя расходуется на неучтенные при снятии стендовой характеристики потребителями, а условия, в которых работает двигатель, отличаются от стандартных. Мощность, передаваемая через трансмиссию на ведущие колеса, меньше определяемой внешней характеристикой, поэтому при использовании стандартной внешней характеристики для расчета тягово-скоростных свойств значение полученных по ней мощности нужно умножить на коэффициент коррекции k_p .

При отключении приборов, обслуживающих шасси и кузов, согласно стандартам, на проведение испытаний $k_p = 0,95$

Отношение

$$\frac{M_{Kmax}}{Mk_N} = k_M$$

называется коэффициентом приспособляемости по крутящему моменту.

5.2 Определение кинематического радиуса колеса

Радиус качения r_K (кинематический радиус) – отношение продольной составляющей скорости колеса V_K к его угловой скорости.

Динамический радиус колеса r_D – расстояние от центра катящегося колеса до опорной поверхности.

Статический радиус колеса r_{CT} – расстояние от центра неподвижного колеса, нагруженного только нормальной силой реакции дороги до опорной поверхности дороги.

На дорогах с твердым покрытием можно допустить равенство:

$$r_{CT} \approx r_D \quad (5.13)$$

Радиус r_K определяется экспериментальным путем.

Аналитически статический радиус можно рассчитать по формуле:

$$r_{CT} = 0,5d + \Delta\lambda_{CM} \quad (5.14)$$

где: d – посадочный размер обода, мм;

Δ – H/B (H – высота, B – ширина профиля шины, мм)

λ_{CM} – коэффициент, учитывающий смятие шины под нагрузкой.

Таблица 5.2 – Значение коэффициентов Δ и λ_{CM}

Автомобили	Δ	λ_{CT}
Грузовые автомобили и автобусы, оснащенные диагональными шинами	0,9...1,0	0,9...0,95
Грузовые автомобили и автобусы, оснащенные радиальными шинами	0,8...0,9	0,85...0,9
Легковые автомобили и микроавтобусы	Согласно маркировке	0,78...0,80

Если момент, передаваемый колесом, не превышает 60% значения при котором происходит срыв колеса в юз или его буксование, то зависимость $r_K=f(M)$ можно считать линейной.

Скорость при поступательном движении автомобиля одинакова для всех его точек, следовательно:

$$V = V_K = r_K \omega_K \quad (5.15)$$

так как

$$\omega_K = \frac{\omega_e}{U_{TP}} = \frac{\pi n}{30 U_{TP}} = 0,105 \frac{n}{U_{TP}} \quad (5.16)$$

то скорость автомобиля можно определить по формуле:

$$V = 0,105 \frac{nr_K}{U_{TP}} \quad (5.17)$$

а ускорение автомобиля:

$$j = \frac{dV}{dt} = r_K \frac{d\omega}{dt} \quad (5.18)$$

Для аналитического определения кинематического радиуса колеса произведем необходимые вычисления.

В таблице передаточное число трансмиссии на каждой из передач определяется по формуле:

$$U_{TPi} = U_{КППi} U_{PK} U_{ГП} \quad (5.18)$$

где: $U_{КППi}$ – передаточное число трансмиссии на i -ой передаче;

U_{PK} – передаточное отношение раздаточной коробки;

$U_{ГП}$ – передаточное число главной передачи.

5.3 Определение скорости движения автомобиля

Скорость движения на номинальной частоте вращения на различных передачах определяется по формуле:

$$V_{ni} = 0,105 \frac{n_N r_K}{U_{TPi}} \quad (5.19)$$

где: U_{TPi} – передаточное число трансмиссии на i -ой передаче;

r_K – кинематический радиус колеса, м.

Для определения скорости движения автомобиля воспользуемся допустимым приближением:

$$r_K \approx r_{CT} \approx 0,5d + \Delta \lambda B \quad (5.20)$$

Как видно из формулы (5.19) скорость движения автомобиля зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя, кинематического радиуса колеса и передаточного числа трансмиссии.

Номинальная частота вращения коленчатого вала соответствует максимальной мощности, снимаемой с двигателя. Обычно максимальная мощность N_e соответствует номинальной частоте вращения n_N . Следовательно, скорость движения автомобиля находим, опираясь на номинальную частоту вращения коленчатого вала.

5.4 Определение КПД трансмиссии

Мощность от двигателя к колесам передается агрегатами трансмиссии, при этом часть мощности затрачивается на преодоление сил трения в зацеплении зубчатых колес КПП и главной передачи, в карданных шарнирах, подшипниках и сальниковых уплотнениях. Часть мощности затрачивается на преодоление гидравлических потерь, связанных с разбрызгиванием и преодолением сопротивления смазочных материалов. Следовательно, тяговая мощность N_T , подводимая к ведущим колесам при равномерном движении автомобиля, меньше эффективной мощности двигателя N_e на значение мощности N_{TP} , теряемой в трансмиссии.

$$N_T = N_e - N_{TP} \quad (5.21)$$

Потери энергии в трансмиссии часто определяют по моменту M_{TP} , приведенному к ведущим колесам.

$$M_{TP} = \frac{N_{TP}}{\omega_K} \quad (5.22)$$

где: ω_K – угловая скорость ведущих колес, рад/сек.

Как было сказано выше, величины N_{TP} и M_{TP} учитывают гидравлические потери и потери, вызванные трением.

Гидравлические потери можно определить по эмпирической формуле:

$$M_r = (2 + 0.09V)G_a r 10^{-3} \quad (5.23)$$

где: V – скорость автомобиля, м/с;

G_a – вес автомобиля, выраженный в Ньютонах;

r – динамический радиус колеса, м.

Потери энергии на трение в зубчатых зацеплениях и карданных шарнирах пропорциональны моменту, передаваемому трансмиссией. Эти потери не зависят от частоты вращения деталей.

Момент, затраченный на преодоление сил трения, определяем по формуле:

$$M_M = U_{TP}(1 - x) \quad (5.24)$$

где: U_{TP} – передаточное число трансмиссии на выбранной передаче.

$$x = 0,98^k 0,97^l 0,995^m \quad (5.25)$$

где: k, l – число соответственно цилиндрических и конических зубчатых колес, участвующих в передаче крутящего момента на выбранной передаче;

m – число карданных шарниров, передающих нагрузку.

Таким образом, момент сопротивления трансмиссии, приведенный к ведущим колесам:

$$M_{TP} = M_G + M_M = M_G + M_K(1 - x) \quad (5.26)$$

Для определения максимальной скорости на различных передачах необходимо определить число цилиндрических (k), конических или червячных (l) зубчатых пар, через которые на данной передаче последовательно передается крутящий момент, а также число карданных шарниров (m).

В зависимости от режима движения автомобиля используют различные способы оценки потерь. Так, если трансмиссия передает энергию от двигателя к ведущим колесам (активный режим), то потерю мощности в трансмиссии оценивают по прямому КПД, представляющему собой отношение тяговой мощности к эффективной, или отношение соответствующих значений моментов.

$$\eta_{TP} = \frac{N_e - N_{TP}}{N_e} = \frac{M_K U_{TP} - M_{TP}}{M_K U_{TP}} \quad (5.27)$$

Если в полученную формулу подставить значение момента сопротивления трансмиссии M_{TP} получаем:

$$\eta_{TP} = x - \frac{M_{\Gamma}}{M_K U_{TP}} \quad (5.28)$$

При торможении автомобиля двигателем трансмиссия передает энергию от ведущих колес к двигателю, то потери энергии оценивают по мощности N_{TP} и M_{TP} трения в двигателе, на основании которых рассчитывают обратный КПД трансмиссии:

$$\eta_{обр} = \frac{N_{Т.д.}}{N_{Т.д.} + N_{TP}} = \frac{M_{Т.д.} U_{TP}}{M_{Т.д.} U_{TP} + M_{TP}} \quad (5.29)$$

где: $N_{Т.д.}$ и $M_{Т.д.}$ – мощность и момент, развиваемые при торможении двигателем.

Приблизительные значения прямого (при работе двигателя с полной нагрузкой) и обратного (при принудительном холостом ходе) КПД трансмиссии приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Приблизительные значения КПД трансмиссии

Автомобили	η_{TP}	η_{OBR}
Спортивный	0,9...0,95	0,8...0,85
Легковой	0,9...0,92	0,8...0,82
Грузовой и автобус	0,82...0,85	0,75...0,78
Повышенной проходимости	0,8...0,85	0,73...0,76

5.5 Определение фактора обтекаемости автомобиля

При движении автомобиля в неподвижной воздушной среде сила сопротивления воздуха P_{ω} определяется по формуле:

$$P_{\omega} = k_{\omega} F_A V^2 \quad (5.30)$$

где: k_{ω} – коэффициент обтекаемости, Н*с²/м⁴;

F_A – площадь лобового сопротивления, м²;

V – скорость движения автомобиля, м/с.

Коэффициент обтекаемости зависит от формы кузова и углов натекания и стекания воздушного потока. Обычно коэффициент обтекаемости определяют экспериментально, он численно равен силе сопротивления воздуха в ньютонах, создаваемой 1м² лобовой площади автомобиля при его движении со скоростью 1 м/с.

Лобовой площадью называют площадь проекции автомобиля на плоскость, перпендикулярную продольной оси автомобиля. Определить точное значение лобовой плоскости легкового автомобиля довольно сложно из-за сложной формы его поперечного контура.

Площадь лобового сопротивления с достаточной степенью точности (погрешность не более 10%) можно определить следующим образом:

Для легкового автомобиля:

$$F_A = 0,78B_A H_A \quad (5.31)$$

Для грузового автомобиля:

$$F_A = B_A H_A \quad (5.32)$$

где: B_A – наибольшая ширина автомобиля, м;

H_A – наибольшая высота автомобиля, м.

При расчетах силы сопротивления воздуха определяют место приложения данной силы, так называемый центр парусности.

Точное положение центра парусности автомобиля определяется опытным путем в аэродинамической трубе. Для приблизительных расчетов принимают высоту центра парусности, равную половине высоты автомобиля.

Мощность, необходимая для преодоления сопротивления воздуха определяется по следующей формуле:

$$N_\omega = P_\omega V = kF_A V^3 \quad (5.33)$$

Значение коэффициента обтекаемости приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Значение коэффициента обтекаемости

Автотранспортное средство	k_ω
Легковые автомобили	0,2...0,35
Автобусы капотной компоновки	0,45...0,55
Автобусы вагонной компоновки	0,35...0,45
Бортовые грузовые автомобили	0,5...0,7
Грузовые автомобили с кузовом «фургон»	0,5...0,6
Автомобили-цистерны	0,55...0,65
Автопоезда	0,85...0,95
Спортивные автомобили	0,15...0,2

5.6 Определение коэффициента сопротивления качению

На коэффициент сопротивления качению влияют:

- тип покрытия дороги и его состояние;
- скорость движения автомобиля;
- давление воздуха в шине;
- температура шин;
- нагрузка на колесо;
- удельное давление на поверхность дороги;
- размер шины и её конструктивные особенности;
- момент, передаваемый через колесо.

Для эксплуатационных расчетов принимаются некоторые допущения:

- сопротивление качению прямо пропорционально нормальной нагрузке на колесо автомобиля;
- для автомобилей с шинами низкого давления (0,15...0,45МПа) на одном и том же грунте и при одинаковой нагрузке сопротивление качению одинаково и не зависит от конструктивных особенностей колеса.

Сила сопротивления качению может быть выражена через нормальную нагрузку (R_z) и коэффициент пропорциональности, который носит название коэффициента сопротивления качению f :

$$P_f = fR_z \quad (5.34)$$

Влияние скорости движения автомобиля на коэффициент сопротивления качению учитывает эмпирическая формула:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{1500} \right) \quad (5.35)$$

где: f_0 – коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля со скоростью менее 15 м/с;

V – скорость движения автомобиля, м/с.

Значение коэффициента сопротивления качению в зависимости от состояния дорожного покрытия приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Значение коэффициента сопротивления качению

Тип и состояние дорожного покрытия	f
Бетон, асфальтобетон и асфальт	0,01...0,03
Булыжная мостовая	0,023...0,3
Укатанная сухая грунтовая дорога	0,02...0,03
Разбитая мокрая грунтовая дорога	0,1...0,25
Сухой песок	0,1...0,3
Сырой песок	0,06...0,15
Сухой суглинок	0,04...0,06
Мокрый суглинок	0,1...0,2
Обледенелая дорога	0,01...0,03
Укатанный снег	0,03...0,05
Рыхлый снег	0,1...0,3

5.7 Силы, действующие на автомобиль при прямолинейном движении

Силы, действующие на автомобиль при прямолинейном движении, представлены на рисунке 5.1.

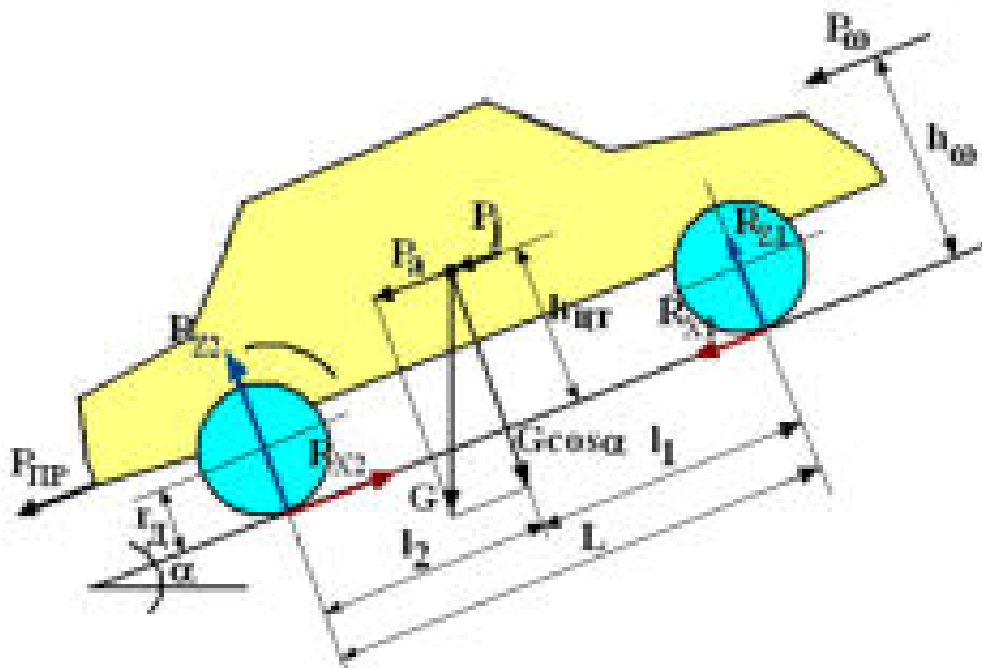


Рисунок 5.1 – Силы, действующие на автомобиль при прямолинейном движении.

Примем следующие условия:

- два колеса одной оси рассматриваются как одно;
- участок дороги на всем протяжении однородный с постоянным углом наклона (α) к горизонту и не имеет неровностей;
- нормальные реакции дороги прикладываются к осям автомобиля;
- деформация шин и грунта учитывается при определении силы сопротивления качению, но на схеме не показывается.

Рассмотрим систему сил, действующих на автомобиль, равноускоренно движущийся по наклонной поверхности:

- сила тяжести автомобиля (G) приложена к центру тяжести, находящимся на расстоянии (h_{cm}) от поверхности дороги;
- сила сопротивления воздуха (P_w), приложенная к центру парусности, расположенному на расстоянии (h_w) от поверхности дороги;
- суммарная касательная реакция (R_{x2}) или сила тяги (P_T);
- нормальные реакции дороги на колеса (R_{z1}) и (R_{z2});
- сила инерции (P_j) поступательно движущихся масс, которая приложена к центру тяжести и направлена противоположно ускорению;
- сила ($P_{пп}$) на крюке в случае буксировки прицепа;
- сила сопротивления качению колес (P_f), направленная в сторону противоположную направлению движения автомобиля;
- сила сопротивления подъему (P_a) приложена к центру тяжести и направлена в сторону уклона дороги.

Рассмотрим взаимосвязи между силами, приложенными к автомобилю.

Сила тяжести, действующая на автомобиль, стоящей на горизонтальной поверхности, определяется по формуле:

$$G = mg \quad (5.36)$$

где: G – сила тяжести автомобиля, Н;

m – масса автомобиля, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Положение центра масс определяется у двухосного автомобиля расстояниями (l_1) и (l_2) до геометрических осей вращения колес соответственно передней и задней осей. У трехосного автомобиля (l_2) расстояние от центра масс до оси балансира задней тележки. Расстояние $L=l_1+l_2$ называется базой автомобиля.

При движении автомобиля по наклонному участку дороги с углом подъема (α) сила тяжести раскладывается на следующие составляющие:

- $G*\cos(\alpha)$ – нормальная нагрузка на дорогу, направленная перпендикулярно поверхности дороги;
- $G*\sin(\alpha)$ – сила сопротивления подъему, обозначается (P_a), параллельна поверхности дороги. Эта сила может называться «скатывающей силой».

При небольших значениях угла наклона синус может быть заменен на тангенс угла наклона дороги к горизонту, который называют продольным уклоном дороги (i). В этом случае сила сопротивления подъему может быть определена по формуле:

$$P_a = Gi \quad (5.37)$$

Сила сопротивления подъему и сила сопротивления качению зависят от дорожных условий, так как коэффициент сопротивления качению (f) и угол подъема дороги (α) в совокупности определяют качество дороги, поэтому часто пользуются таким понятием, как сила сопротивления дороги:

$$P_\psi = P_f + P_a \quad (5.38)$$

При движении автомобиля по наклонной дороге сила сопротивления качению определяется как:

$$P_f = Gf\cos\alpha \quad (5.39)$$

Тогда сила сопротивления дороги:

$$P_\psi = G(f\cos\alpha + \sin\alpha) \approx G(f + i) \quad (5.40)$$

Выражение в скобках называется коэффициентом сопротивления дороги и обозначается как (ψ):

$$\psi = f\cos\alpha + \sin\alpha \quad (5.41)$$

Сила инерции или сила сопротивления разгону.

Сила инерции поступательно движущегося тела выражается через величину его ускорения.

$$P_j = mj \quad (5.42)$$

где: m – масса автомобиля, кг;

j – ускорение автомобиля, м/с².

Так как в автомобиле имеется большое количество вращающихся деталей значительной массы, они оказывают влияние на сопротивление разгону автомобиля. К этим деталям относятся: колеса автомобиля, зубчатые колеса и валы трансмиссии; маховик двигателя и т.д. Чтобы учесть влияние вращающихся масс вводят коэффициент учета вращающихся масс автомобиля (δ_{BP}), который показывает, во сколько раз сила, необходимая для разгона автомобиля с заданным ускорением поступательно движущихся и вращающихся масс автомобиля, больше силы, необходимой для разгона только его поступательно движущихся масс.

С учетом (δ_{BP}), уравнение (5.42) примет вид:

$$P_j = mj\delta_{BP} \quad (5.43)$$

Значение (δ_{BP}) определяется по эмпирической формуле:

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 U_{TP}^2) \frac{m_a}{m} \quad (5.44)$$

где: $\delta_1 \approx \delta_2 \approx 0,03 \dots 0,05$

m_a – масса автомобиля с полной нагрузкой, кг;

m – фактическая масса автомобиля.

Нормальная реакция дороги.

Нормальная реакция дороги не совершает ни полезной работы, ни работы сопротивления движению. Однако при изучении тягово-скоростных свойств автомобиля необходимо их учитывать, так как нормальная реакция (R_z) определяет силы сопротивления качению и сцепления колес с опорной поверхностью дороги.

Рассмотрим силы, действующие на автомобиль, стоящий на горизонтальной дороге.

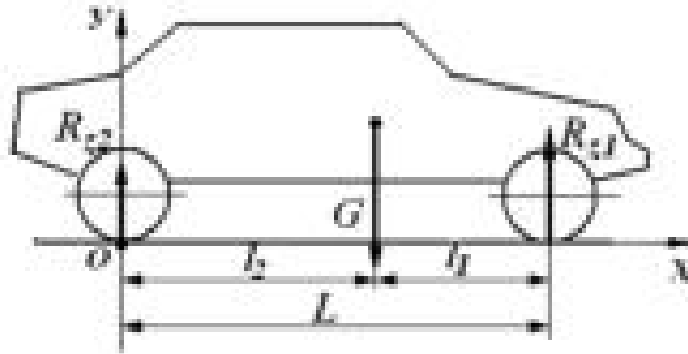


Рисунок 5.2 – Действующие на автомобиль силы.

Из центра тяжести автомобиля действует вектор силы тяжести (G). Центр тяжести расположен на расстоянии (l_1) от оси переднего моста и на расстоянии (l_2) от оси заднего моста.

Проведем две оси: ось X – вдоль опорной поверхности дороги; ось Y – перпендикулярно поверхности дороги. За начало координат (O) примем точку приложения нормальной реакции, приложенной к задней оси автомобиля.

Составим два уравнения статики.

Уравнение проекции сил на ось Y :

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ R_{z2} - G + R_{z1} &= 0 \end{aligned} \quad (5.45)$$

Уравнение моментов сил относительно начала координат:

$$\begin{aligned} \sum M_{FY} &= 0 \\ Gl_2 - R_{z1}L &= 0 \end{aligned} \quad (5.46)$$

Составим систему уравнений.

$$\begin{cases} R_{z2} - G + R_{z1} = 0 \\ Gl_2 - R_{z1}L = 0 \end{cases} \quad (5.47)$$

Решая систему уравнения, получим:

$$\begin{aligned} R_{z1} &= \frac{Gl_2}{L} \\ R_{z1} = G - R_{z2} &= G \left(1 - \frac{l_2}{L}\right) = \frac{Gl_1}{L} \end{aligned} \quad (5.48)$$

Во время движения нормальные реакции дороги изменяются под действием различных сил и моментов сил.

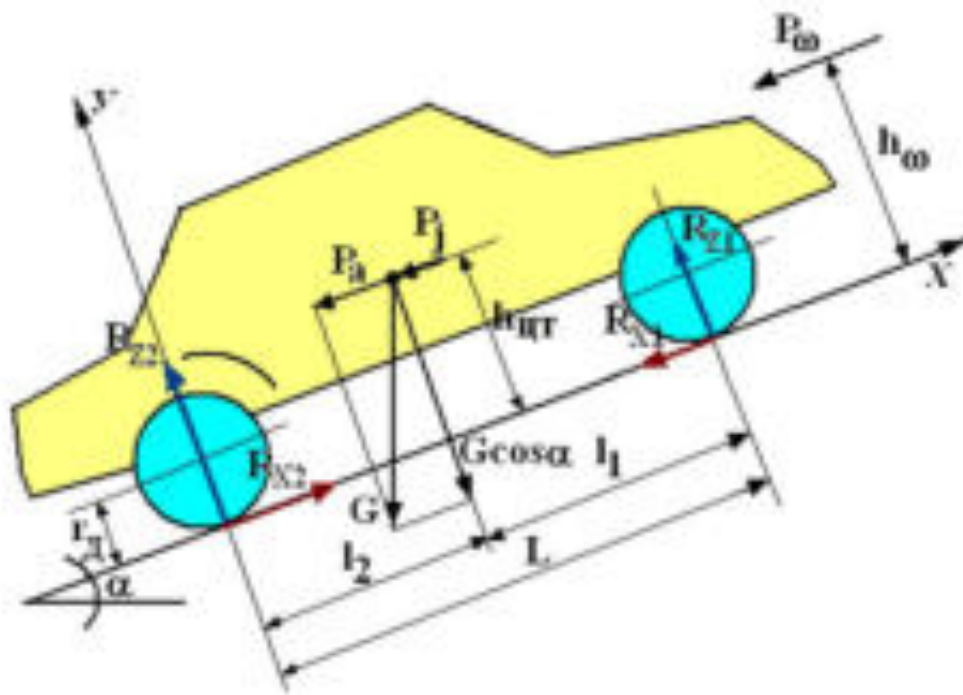


Рисунок 5.3 – Система сил, действующих на автомобиль при его разгоне.

Рассмотрим систему сил, действующих на автомобиль при его разгоне на подъеме.

Составим систему уравнений сил и моментов сил, приняв за начало координат точку опоры колес задней оси; ось X направим параллельно опорной поверхности, а ось Y – перпендикулярно её.

$$\sum F_y = 0 \quad (5.49)$$

$$\sum M_{FO2} = 0 \quad (5.50)$$

$$\sum M_{FO1} = 0 \quad (5.51)$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} R_{z2} - G\cos\alpha + R_{z1} = 0 \\ (P_a + P_j)h_{цт} + P_\omega h_\omega + R_{z1}L - Gl_2\cos\alpha = 0 \\ (P_a + P_j)h_{цт} + P_\omega h_\omega + Gl_1\cos\alpha - R_{z2}L = 0 \end{cases} \quad (5.52)$$

Предположим для упрощения, что $h_\omega = h_{цт}$ получим:

$$R_{z1} = \frac{Gl_2\cos\alpha - h_{цт}(P_a + P_j + P_\omega)}{L} \quad (5.53)$$

$$R_{z2} = \frac{Gl_1\cos\alpha + h_{цт}(P_a + P_j + P_\omega)}{L} \quad (5.54)$$

Полученные уравнения показывают, что нормальные реакции дороги на передние колеса с увеличением крутизны подъема уменьшаются, а на задние увеличиваются. То же самое происходит с увеличением интенсивности разгона и с ростом сопротивления воздуха.

5.8 Определение максимальной скорости движения автомобиля на i -ой передаче

В качестве исходного можно использовать уравнение силового либо мощностного баланса.

$$R_T = P_a + P_f + P_j + P_\omega \quad (5.55)$$

где: P_T – сила тяги, Н

P_a – сила сопротивления подъему, Н;

P_f – сила сопротивления дороги, Н;

P_j – сила инерции поступательно движущихся масс, Н;

P_ω – сила сопротивления воздуха, Н.

Это уравнение можно переписать в следующем виде:

$$m_a \delta_{BP} \frac{dv}{dt} = P_T - P_a - P_f - P_\omega \quad (5.56)$$

где: m_a – масса автомобиля, кг.;

δ_{BP} – коэффициент вращающихся масс;

dv/dt – ускорение автомобиля в м/с²;

P_T – сила тяги, приложенная к колесам, Н;

P_a – сила сопротивления подъему, Н;

P_f – сила сопротивления качению колес, Н;

P_ω – сила сопротивления воздуха, Н.

Применив ранее выведенные зависимости:

$$P_T = \frac{M_K U_T \eta_T}{r_D} \quad (5.57)$$

$$M_K = M_{KN} \left[a + b \left(\frac{n}{n_N} \right) - c \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 \right] \quad (5.58)$$

$$V = 0,105n \frac{r_K}{U_T} \quad (5.59)$$

$$P_f = G_a f_a \quad (5.60)$$

$$f = f_0 + k_f V^2 \quad (5.61)$$

$$P_\omega = 0,5 C_x \rho_B F V^2 \quad (5.62)$$

После необходимых преобразований, получим уравнение силового баланса в общем виде:

$$m_a \delta_{BP} \frac{dV}{dt} = a_i V^2 + b_i V + c_i \quad (5.63)$$

При установившемся режиме движения, когда ускорение равно нулю, максимальная скорость на i -ой передаче будет определяться по формуле:

$$a_i V^2 + b_i V + c_i = 0 \quad (5.64)$$

где: $a_i = \left[\frac{10^3 N_e k_p \eta_T r_{Kc}}{V_{Ni}^3 r_D} + k_B F + k_f G \right]$

$$b_i = \frac{10^3 N_e k_p \eta_T r_{Kb}}{V_{Ni}^3 r_D}$$

$$c_i = \frac{10^3 N_e k_p \eta_T r_{Ka}}{V_{Ni}^3 r_D} - G_a (f_0 + i)$$

По приведенным формулам рассчитать значение коэффициентов и максимальную скорость на каждой передаче.

5.9 Определение коэффициента вращающихся масс

Коэффициент учета вращающихся масс показывает, во сколько раз сила, необходимая для разгона с заданным ускорением (j) поступательно движущихся и вращающихся масс автомобиля, больше силы, необходимой для разгона только поступательно движущихся масс.

$$\delta_{BP} = 1 + \frac{J_M U_T^2 \eta_T + \Sigma J_K}{m_a r_K r_D} \quad (5.65)$$

где: J_M – приведенный момент инерции вращающихся деталей двигателя и трансмиссии;

$\Sigma J_K = J_{1K} + J_{2K}$ – суммарный момент инерции вращающихся ведущих и ведомых колес транспортного средства.

Формулу для упрощения расчетов можно переписать в следующем виде:

$$\delta_{BP} = 1 + \delta_{1B}U_T^2 + \delta_{2B} \quad (5.66)$$

где: δ_{1B} – коэффициент учета вращающихся масс, приведенных к трансмиссии

δ_{2B} – коэффициент учета вращающихся масс, приведенных к колесам.

$$\delta_{1B} = \frac{J_M U_T^2 \eta_T}{m_a r_K r_D} \quad (5.67)$$

$$\delta_{1B} = \frac{\Sigma J_K}{m_a r_K r_D} \quad (5.68)$$

Для автомобилей с их номинальной загрузкой можно считать:

$$\delta_{1B} \approx \delta_{2B} \approx 0,04$$

Если масса автомобиля с нагрузкой m_x отличается от номинальной m_a , то величины коэффициентов вращающихся масс увеличиваются в отношении m_a/m_x .

Номинальной нагрузкой считается грузоподъемность (пассажировместимость) автомобиля.

Например: Полная масса автомобиля $m_a = 2100$ кг, фактическая масса $m_x = 1500$ кг, тогда:

$$\delta_{1B} \approx \delta_{2B} \approx 0,04 \left(\frac{2100}{1500} \right) = 0,056$$

Находим коэффициенты вращающихся масс для различных передач.

5.10 Определение времени разгона

При расчете времени разгона принимаются некоторые допущения:

У автомобилей с механической трансмиссией при трогании с места и переключении передач некоторое время передача крутящего момента происходит с пробуксовкой сцепления.

Переключение передач производится при скорости автомобиля, определяемой по формуле:

$$V = 0,105 \frac{n_N r_K}{U_T} \quad (5.69)$$

Во время переключения передача мощности к колесам прекращается, скорость автомобиля снижается. Время $\tau_{п}$ переключения зависит как от конструктивных особенностей автомобиля, так и от квалификации водителя. Опытный водитель тратит на переключение передач 1...2с. Значение падения скорости $\Delta V_{п}$ за время переключения передачи зависит от типа дорожного покрытия, скорости движения автомобиля и параметров обтекаемости автомобиля.

Определить падение скорости за время переключения передач можно из уравнения силового баланса, считая, что подводимая к колесам мощность во время переключения равна нулю, следовательно, и $P_{т} = 0$.

Потери в трансмиссии определяются силой $P_{тр0}$ сопротивления трансмиссии при разомкнутом сцеплении, а коэффициент вращающихся масс:

$$\delta_{вп} = 1 + \delta_{2в} \quad (5.70)$$

так как сцепление во время переключения передач выключено.

Так как движение во время переключения передач замедленное, можно уравнение силового баланса записать в следующем виде:

$$(1 + \delta_{2в})m_a j = -(G\psi + k_{\omega} FV^2 + P_{тр0}) \quad (5.71)$$

Разделив обе части уравнения на полученное значение коэффициента вращающихся масс и, заменив значение ускорение на производную скорости по времени, получим:

$$\delta_{вп} m_a \frac{dV}{dt} = -(G\psi + k_{\omega} FV^2 + P_{тр0}) \quad (5.72)$$

Переходя от значений сил сопротивления и тягового усилия к ранее вычисленным значениям коэффициентов a_i ; b_i ; c_i получим следующую зависимость:

$$\delta_{вп} m_a \frac{dV}{dt} = a_i V^2 + b_i V + c_i \quad (5.73)$$

Разделив в этом уравнении переменные, и, произведя интегрирование, получим:

$$\tau_p = m_a \delta_{вп} \int_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \frac{dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i} \quad (5.74)$$

Используя таблицы интегралов для правой части равенства получим:

$$\tau_{Pi} = \frac{2m_a \delta_{BP}}{\sqrt{4a_i c_i - b_i^2}} \operatorname{arctg} \frac{2a_i V + b_i}{\sqrt{4a_i c_i - b_i^2}} \Big|_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \quad (5.75)$$

если

$$\sqrt{4a_i c_i - b_i^2} < 0$$

$$\tau_{Pi} = \frac{m_a \delta_{BP}}{\sqrt{b_i^2 - 4a_i c_i}} \ln \left| \frac{2a_i V + b_i - \sqrt{b_i^2 - 4a_i c_i}}{2a_i V + b_i + \sqrt{b_i^2 - 4a_i c_i}} \right| \Big|_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \quad (5.76)$$

если

$$\sqrt{b_i^2 - 4a_i c_i} > 0$$

5.11 Определение пути разгона на i -ой передаче

Для определения пути разгона автомобиля на каждой передаче достаточно время разгона на этой передаче умножить и разделить на ds .

$$m_a \delta_{BP} \frac{dV}{ds} \frac{ds}{dt} = a_i V^2 + b_i V + c_i \quad (5.77)$$

Так как $ds/dt = V$, разделив переменные и произведя интегрирование, получим:

$$S_{Pi} = m_a \delta_{BP} \int_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \frac{V dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i} \quad (5.78)$$

Используя таблицу интегралов, получим следующий результат:

$$S_{Pi} = m_a \delta_{BP} \left[\frac{1}{2a_i} \ln |a_i V^2 + b_i V + c_i| \Big|_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} - \frac{b_i}{2a_i} \int_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \frac{dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i} \right] \quad (5.79)$$

Принимая во внимание, что:

$$\tau_P = m_a \delta_{BP} \int_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \frac{dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i}$$

Получим следующее

$$S_{Pi} = \frac{1}{2a_i} \left[m_a \delta_{BP} \left(\ln |a_i V^2 + b_i V + c_i| \Big|_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \right) - b_i \tau_i \right] \quad (5.80)$$

Путь за время переключения передачи можно приближенно подсчитать по формуле:

$$S_{\Pi} = V_{\Pi} \tau_{\Pi} \quad (5.81)$$

где: V_{Π} – скорость, достигнутая автомобилем к моменту переключения передач;

τ_{Π} – время, необходимое на переключение передачи.

Подставив в формулу ранее полученные значения начальной и конечной скорости на различных передачах, а также значения a_i ; b_i и c_i , найдем путь, пройденный автомобилем при разгоне на каждой из передач.

5.12 Определяем максимальное значение ускорения при разгоне автомобиля

Значение ускорения можно определить из уравнения:

$$m_a \delta_{BP} \frac{dV}{dt} = a_i V^2 + b_i V + c_i \quad (5.82)$$

Так как $dv/dt = j$, можно переписать уравнение в виде:

$$j_i = \frac{a_i V^2 + b_i V + c_i}{m_a \delta_{BP}} \quad (5.83)$$

Максимальное ускорение на i -ой передаче находим как экстремум функции $j=f(v)$.

Экстремальное значение скорости v_{extr} находим при максимальном значении ускорения. Её величина определяется, как:

$$V_{extr} = -\frac{b_i}{2a_i} \quad (5.84)$$

Подставив значение v_{extr} в уравнение (5.83) получим:

$$j_{maxi} = \frac{c_i - \frac{b_i^2}{4a_i}}{m_a \delta_{BP}} \quad (5.85)$$

5.13 Построение графика тяговой характеристики автомобиля

При исследовании тягово-скоростных свойств автомобиля предполагают, что его двигатель работает при полностью открытой дроссельной за-

слонке или максимальной топливоподаче. Это означает, что с изменением сопротивления движению частота вращения коленчатого вала двигателя и крутящий момент M_k меняются по внешней скоростной характеристике, и, как следствие, в зависимости от скорости V_a движения автомобиля изменяется сила тяги P_m .

Зависимость $P_m = f(v_a)$ изображается графически. Совокупность кривых, построенных для всех ступеней КПП, называется тяговой характеристикой.

Значение M_x находят по внешней скоростной характеристике двигателя для полученных значений частоты вращения (n) коленчатого вала двигателя.

Силу тяги (P_T) вычисляют по формуле:

$$P_T = \frac{M_x}{r_k} = \frac{\eta_{TP} M_k U_{KPP} U_{ГП}}{r_k} \quad (5.86)$$

Тяговую характеристику можно построить, составив предварительно для каждой передачи таблицу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головин С.И. Анализ диагностических информаторов / С.И. Головин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. 2003-2004 гг.. – Орел, 2005. С. 59-62.
2. Головин С.И. Безразборные технологии увеличения эксплуатационного ресурса автотранспортной техники / С.И. Головин, Е.А. Ерохин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 78-83.
3. Головин С.И. Мониторинг изнашивания деталей дизеля как средство оптимизации системы технического обслуживания: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.И. Головин. – Москва, 2007
4. Головин С.И. Мониторинг изнашивания деталей дизеля, как средство оптимизации системы технического обслуживания: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.И. Головин. – Москва, 2007
5. Головин С.И. Оценка состояния двигателя по показателям моторного масла / С.И. Головин, А.А. Жосан // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2007. № 4. С. 52-53.
6. Головин С.И. Проблема реализации ресурса двигателей / С.И. Головин, Е.В. Рябцев // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 139-142.
7. Головин С.И. Прогнозирование остаточного ресурса дизелей / С.И. Головин, Н.М. Деревягин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 111-114.
8. Головин С.И. Реализации назначенного ресурса дизеля / С.И. Головин // В сборнике: Особенности технического оснащения современного сельскохозяйственного производства. / Сборник материалов к Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Орел, 2012. С. 87-91.
9. Головин С.И. Техническое состояние АМТС как один из критериев,

влияющих на безопасность дорожного движения / С.И. Головин, А.А. Жосан, А.Д. Полудницын // Мир транспорта и технологических машин. – Орел, 2009. № 4 (27). С. 54-58.

10. Головин С.И. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования». / С.И. Головин, А.А. Жосан. – Орел: Издательство Орел ГАУ, 2015. – 80 с.

11. Ефимов М. А. Тракторы и автомобили: учебное пособие. / М. А. Ефимов. – Орел: Издательство Орел ГАУ, 2013. – 272 с.

12. Жосан А.А. Пути улучшения технических, экономических и экологических показателей дизельных двигателей / А.А. Жосан, С.И. Головин, О.А. Кореньков // В сборнике: Ресурсосбережение - XXI век. Сборник материалов Международной научно практической конференции. – Орел, 2005. С. 46-48.

13. Жосан А.А. Система РИКОС как способ обеспечения и поддержания целевой динамичности мобильных энергетических средств / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК. / Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 52-57.

14. Жосан А.А. Увеличение ресурса дизелей / А.А. Жосан, С.И. Головин // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2006. № 12. С. 35.

15. Иванов А. М. Автомобили: Конструкция и рабочие процессы. / А. М. Иванов, С. Н. Иванов, Н. П. Квасновская, и др. М: Издательский цент «Академия», 2012. – 384 с. ISBN 978-5-7695-7439-9

16. Иванов А. М. Автомобили: Теория эксплуатационных свойств. / А. М. Иванов, А.Н. Нарбут, А. С. Паршин, и др. М: Издательский цент «Академия», 2013. – 176 с. ISBN 978-5-7695-9140-2

17. Карелина М.Ю. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебное пособие / М.Ю. Карелина, М.М. Ревякин, А.А. Жосан, И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, С.И. Головин, Е.В. Яковлева. – Орел, 2016. – 328 с.

18. Карелина М.Ю. Электронные системы управления работой дизельных двигателей: учебное пособие / М.Ю. Карелина, И.Н. Кравченко, А.В. Колмейченко, С.И. Головин, А.А. Жосан, М.Н. Ерофеев. – М. Инфра-М, 2017. – 160 с.

19. Проскурин А. И. Практикум по эксплуатационным свойствам автомобилей. Учебное пособие. / А. И. Проскурин, А. А. Карташов, Р. Н. Москвин; М: Издательский центр «Академия», 2014. – 240 с. ISBN 978-5-7695-6008-8

20. Пучин Е.А. Тенденции развития тракторостроения / Е.А. Пучин, А.А. Жосан, С.И. Головин // В сборнике: Инновационные технологии механизации, автоматизации и технического обслуживания в АПК. / Материалы Международной научно-практической интернет-конференции. – Орел, 2008. С. 61-64.

21. Шатров М.Г. Автомобильные двигатели. / М.Г. Шатров, К.А. Морозов, И.В. Алексеев, и др. М: Издательский центр «Академия», 2013. – 464 с. ISBN 978-5-4468-0186-2

22. Шатров М.Г. Автомобильные двигатели: Курсовое проектирование. / М.Г. Шатров, И.В. Алексеев, С.Н. Богданов, и др. М: Издательский центр «Академия», 2014. – 256 с. ISBN 978-5-4468-0407

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Образец выполнения расчетно-пояснительной записки курсового проекта)
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА

Факультет «Агротехники и энергообеспечения»

Кафедра «Эксплуатации МТП и тракторы»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине: «**Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей**»

на тему: «**Расчет оценочных показателей тягово-скоростных свойств автомобиля BMW5 E60**»

Выполнил: студент очного
отделения группы _____

подпись

Фамилия И.О.

Шифр: 111111

Зарегистрировано: № _____

номер

дата

подпись

Фамилия И.О.

Рекомендовано к защите:

дата

подпись

Фамилия И.О.

Оценка работы:

Члены комиссии

оценка

дата

подпись

Фамилия И.О.

оценка

дата

подпись

Фамилия И.О.

Председатель
комиссии

оценка

дата

подпись

Фамилия И.О.

АННОТАЦИЯ

Курсовой проект разработан на тему «Расчет оценочных показателей тягово-скоростных свойств автомобиля BMW M5 E60»

Выполнен в объеме 46 страниц пояснительной записки и 3 листов графического материала формат А1.

В курсовом проекте рассчитаны следующие показатели: внешняя скоростная характеристика; кинематический радиуса колеса; скорости движения автомобиля; КПД трансмиссии; фактор обтекаемости автомобиля; коэффициент сопротивления качению; силы, действующие на автомобиль при прямолинейном движении; максимальная скорость движения автомобиля на i -ой передаче; коэффициент вращающихся масс; время разгона; путь разгона на i -ой передаче; максимальное значение ускорения при разгоне автомобиля.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исследования оценочных показателей	5
1.1 Внешняя скоростная характеристика	5
1.2 Определение кинематического радиуса колеса.....	9
1.3 Определение скорости движения автомобиля.....	12
1.4 Определение КПД трансмиссии.....	14
1.5 Определение фактора обтекаемости автомобиля.....	18
1.6 Определение коэффициента сопротивления качению.....	21
1.7 Силы, действующие на автомобиль при прямолинейном движении.....	23
1.8 Определение максимальной скорости движения автомобиля на i -ой передаче	28
1.9 Определение коэффициента вращающихся масс.....	30
1.10 Определение времени разгона.....	32
1.11 Определение пути разгона на i -ой передаче	35
1.12 Определяем максимальное значение ускорения при разгоне автомобиля.....	37
1.13 Построение графика тяговой характеристики автомобиля.....	38
Заключение	40
Список использованной литературы.....	41
Рецензия	44

ВВЕДЕНИЕ

BMW M5 E60 — серийный спортивный автомобиль четвёртого поколения от известного подразделения Motorsport. Впервые был представлен публике в 2005 году. В этом же году его запустили в серийное производство.

Внешним видом автомобиля занимался американский дизайнер и конструктор автомобилей Крис Бэнгл. Двигатель проектировала группа инженеров-мотористов из команды Формула-1 от концерна BMW. Подразделение M реализовало в M5 четвёртого поколения свои технические наработки более чем за 5 лет. Силовой агрегат и коробка передач для нового спортивного автомобиля разрабатывали с нуля. Под капотом разместили V-образный двигатель с 10 цилиндрами, который получил маркировку S85B50. Двигатель имеет несколько инновационных решений: каждый цилиндр оснащён своей дроссельной заслонкой; работой двигателя управляет скоростная электронная системы от Siemens, оснащённая тремя микроконтроллерами, которые могут проводить вычисления со скоростью более 200 операций в секунду; высокоэффективное смазывание силового агрегата при максимальных нагрузках (за это отвечает четыре маслососа); модернизированная газораспределительная система Vi-Vanos, которая обеспечивает эффективную работу двигателя в различных режимах. 40-клапанный атмосферный двигатель способен разогнать автомобиль до 100 км/ч всего за 4,7 секунды.

Серийное производство модели завершилось в 2010 году. Всего с заводского конвейера БМВ было выпущено 19523 седана и 1025 универсалов. Больше всего продали BMW M5 в Соединённых Штатах. Через сеть дилеров «ушло» 8800 седанов. 339 автомобилей продали в Австралии, а остальные реализовали на европейском рынке.

1 ИССЛЕДОВАНИЯ ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

1.1 Внешняя скоростная характеристика

Для проведения исследования оценочных показателей тягово-скоростных и прочих свойств используем технические характеристики автомобиля BMW M5 E60.

Таблица 1 – Технические характеристики автомобиля.

Тип автомобиля	Ед. изм.	Легковой
Масса в снаряженном состоянии	кг	1830
Разрешенная максимальная масса	кг	2300
Габаритная высота	м	1,496
Габаритная ширина	м	1,846
Тип двигателя		Б
Рабочий объем двигателя	л	4,999
Степень сжатия		12,0
Номинальная мощность	кВт	373
Номинальная частота вращения коленчатого вала	об/мин	7750
Максимальный крутящий момент на коленчатом валу	Н*м	520
Частота вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте	об/мин	6100
Предельная частота вращения коленчатого вала двигателя	об/мин	9300
Передаточное число первой передачи		4,05
Передаточное число второй передачи		2,40
Передаточное число третьей передачи		1,58
Передаточное число четвертой передачи		1,19
Передаточное число пятой передачи		1,00
Передаточное число шестой передачи		0,87
Передаточное число передачи заднего хода		3,99
Передаточное число главной передачи		3,85
Колесная формула		4 X 2
Ширина шины	мм	255
Отношение высоты профиля шины к его ширине	%	40
Посадочный диаметр обода	"	19

Максимальную мощность двигателя в зависимости от частоты вращения коленчатого вала можно снять из внешней скоростной характеристики, либо

рассчитать по формуле зависимости $N_e=f(n)$, аппроксимируемой формулой кубического трехчлена

$$N_e = N_{max} \left[a \frac{n}{n_N} + b \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 + c \left(\frac{n}{n_N} \right)^3 \right] \quad (1)$$

где: a, b, c – коэффициенты, постоянные для данного типа двигателя

n – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;

n_N – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

$$M_K = M k_N \left[a + b \left(\frac{n}{n_N} \right) - c \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 \right] \quad (2)$$

где: $M k_N$ – максимальный крутящий момент при n_N , Н·м;

n_N – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Для построения расчетной внешней характеристики выразим через эти коэффициенты величины n_{Mmax} и M_{Kmax} :

$$n_{Mmax} = b \frac{n_N}{2c} \quad (3)$$

Подставив значение n_{Mmax} в равенство (5.2), получим:

$$M_{Kmax} = M k_N \left[a + \frac{b^2}{4c} \right] \quad (4)$$

Кроме того, при $n = n_N$ должно выполняться равенство

$$N_e = N_{max},$$

и тогда:

$$a + b - c = 1 \quad (5)$$

Таким образом, для определения коэффициентов a, b , и c для двигателей, снабженных ограничителем частоты вращения коленчатого вала двигателя, можно использовать уравнения (3) – (5).

Принимая во внимание, что:

$$\frac{M_{Kmax}}{M k_N} = k_M = 1 + \frac{M_3}{100} \quad (6)$$

найдем коэффициенты:

$$a = 1 - \frac{M_3}{100} \frac{k_\omega(2-k_\omega)}{(k_\omega-1)^2} \quad (7)$$

$$b = 2 \frac{M_3}{100} \frac{k_\omega}{(k_\omega-1)^2} \quad (8)$$

$$c = \frac{M_3}{100} \left(\frac{k_\omega}{k_\omega - 1} \right)^2 \quad (9)$$

где: M_3 – запас крутящего момента в процентах, то есть способность двигателя автоматически приспосабливаться к изменениям нагрузки на колесах;

k_ω – коэффициент приспособляемости по частоте вращения коленчатого вала.

$$M_3 = \left(\frac{M_{Kmax}}{Mk_N} - 1 \right) 100 \quad (10)$$

$$M_3 = \left(\frac{520}{459,63} - 1 \right) \cdot 100 = 13,134\%.$$

где: Mk_N – крутящий момент, соответствующей частоте вращения n_N ;

$$Mk_N = 9550 \frac{N_{max}}{n_N} \quad (11)$$

$$Mk_N = 9550 \cdot \frac{373}{7750} = 459,632 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Коэффициент приспособляемости определяем по формуле:

$$k_\omega = \frac{n_N}{n_{Mmax}} \quad (12)$$

После подстановки исходных данных в соответствующие формулы находим характерные точки внешней скоростной характеристики.

$$k_\omega = \frac{7750}{6100} = 1,270.$$

$$a = 1 - \frac{13,134}{100} \cdot \frac{1,270(2-1,270)}{(1,270-1)^2} = -0,664.$$

$$b = 2 \frac{13,134}{100} \cdot \frac{1,270}{(1,270-1)^2} = 4,561.$$

$$c = \frac{13,134}{100} \cdot \left(\frac{1,270}{1,270-1} \right)^2 = 2,897.$$

$$-0,664 + 4,561 - 2,897 = 1.$$

$$n_{Mmax} = 4,561 \cdot \frac{6100}{2 \cdot 2,897} = 4792,223 \text{ об/мин.}$$

$$M_{Kmax} = 459,632 \cdot \left[(-0,664) + \frac{4,561^2}{4 \cdot 2,897} \right] = 47,97 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$M_{K1} = 459,632 \cdot \left[-0,664 + 4,561 \left(\frac{775}{7750} \right) - 2,897 \left(\frac{775}{7750} \right)^2 \right] = -95,563 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$N_{e1} = 373 \cdot \left[-0,664 \cdot \frac{775}{7750} + 4,561 \cdot \left(\frac{775}{7750} \right)^2 + 2,897 \cdot \left(\frac{775}{7750} \right)^3 \right] = -8,825 \text{ кВт}.$$

$$M_{K2} = 459,632 \cdot \left[-0,664 + 4,561 \left(\frac{1550}{7750} \right) - 2,897 \cdot \left(\frac{1550}{7750} \right)^2 \right] = 112,091 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$N_{e2} = 373 \cdot \left[-0,664 \cdot \frac{1550}{7750} + 4,561 \cdot \left(\frac{1550}{7750} \right)^2 + 2,897 \cdot \left(\frac{1550}{7750} \right)^3 \right] = 9,892 \text{ кВт}.$$

$$M_{K3} = 459,632 \cdot \left[-0,664 + 4,561 \left(\frac{2325}{7750} \right) - 2,897 \left(\frac{2325}{7750} \right)^2 \right] = 313,086 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$N_{e3} = 373 \cdot \left[-0,664 \cdot \frac{2325}{7750} + 4,561 \cdot \left(\frac{2325}{7750} \right)^2 + 2,897 \cdot \left(\frac{2325}{7750} \right)^3 \right] = 49,678 \text{ кВт}.$$

Проводим аналогичные расчеты для других значений и полученные данные сводим в таблицу 2.

Таблица 2 – Внешняя скоростная характеристика

n	Ne, кВт	Mк, Н*м
775	-8,825	-95,563
1550	9,892	112,091
2325	49,668	313,086
3100	104,016	499,432
3875	166,453	659,940
4650	230,494	780,228
5425	289,654	842,715
6200	337,448	826,626
6975	367,391	707,988
7750	373	459,632
8525	347,789	51,194
9300	285,273	-550,890

Шаг частоты вращения выбрать в зависимости от максимальной частоты вращения, заданной в исходных данных.

При стендовых испытаниях с двигателями снимают или отключают часть вспомогательного оборудования, работа которых сопряжена с потерями мощности.

Мощность двигателя, приведенная к стандартным внешним условиям (барометрическое давление 100 кПа; температура воздуха +25°С) как правило отлична от тех условий, в которых работает двигатель в эксплуатации.

При эксплуатации часть мощности двигателя расходуется на неучтенные при снятии стендовой характеристики потребителями, а условия, в которых работает двигатель, отличаются от стандартных. Мощность, передаваемая через трансмиссию на ведущие колеса, меньше определяемой внешней характеристикой, поэтому при использовании стандартной внешней характеристики для расчета тягово-скоростных свойств значение полученных по ней мощности нужно умножить на коэффициент коррекции k_p .

При отключении приборов, обслуживающих шасси и кузов, согласно стандартам, на проведение испытаний $k_p = 0,95$

Отношение

$$\frac{M_{Kmax}}{Mk_N} = k_M$$

называется коэффициентом приспособляемости по крутящему моменту.

1.2 Определение кинематического радиуса колеса

Радиус качения r_K (кинематический радиус) – отношение продольной составляющей скорости колеса V_K к его угловой скорости.

Динамический радиус колеса r_D – расстояние от центра катящегося колеса до опорной поверхности.

Статический радиус колеса r_{CT} – расстояние от центра неподвижного колеса, нагруженного только нормальной силой реакции дороги до опорной поверхности дороги.

На дорогах с твердым покрытием можно допустить равенство:

$$r_{CT} \approx r_D \quad (13)$$

Радиус r_K определяется экспериментальным путем.

Аналитически статический радиус можно рассчитать по формуле:

$$r_{CT} = 0,5d + \Delta\lambda_{cm} \quad (14)$$

где: d – посадочный размер обода, мм;

Δ – H/B (H – высота, B – ширина профиля шины, мм)

λ_{CM} – коэффициент, учитывающий смятие шины под нагрузкой.

Таблица 3 – Значение коэффициентов Δ и λ_{CM}

Автомобили	Δ	λ_{CT}
Грузовые автомобили и автобусы, оснащенные диагональными шинами	0,9...1,0	0,9...0,95
Грузовые автомобили и автобусы, оснащенные радиальными шинами	0,8...0,9	0,85...0,9
Легковые автомобили и микроавтобусы	Согласно маркировке	0,78...0,80

Принимаем $d=482,6$ мм; $H=102$ мм, $B=255$, мм; $\Delta=102/255=0,4$; $\lambda_{CM}=0,8$

$$r_{CT} = 0,5 \cdot 482,6 + 0,4 \cdot 0,8 = 241,616$$

Если момент, передаваемый колесом, не превышает 60% значения при котором происходит срыв колеса в юз или его буксование, то зависимость $r_K=f(M)$ можно считать линейной.

$$r_K = r_{CT} \cdot 0,001 \quad (15)$$

$$r_K = 241,62 \cdot 0,001 = 0,242$$

Скорость при поступательном движении автомобиля одинакова для всех его точек, следовательно:

$$V = V_K = r_K \omega_K \quad (16)$$

так как

$$\omega_K = \frac{\omega_e}{U_{TP}} = \frac{\pi n}{30 U_{TP}} = 0,105 \frac{n}{U_{TP}} \quad (17)$$

то скорость автомобиля можно определить по формуле:

$$V = 0,105 \frac{n r_K}{U_{TP}} \quad (18)$$

а ускорение автомобиля:

$$j = \frac{dV}{dt} = r_K \frac{d\omega}{dt} \quad (19)$$

Передаточное число трансмиссии на каждой из передач определяется по формуле:

$$U_{TP_i} = U_{KПП_i} U_{PK} U_{ГП} \quad (20)$$

где: $U_{KПП_i}$ – передаточное число трансмиссии на i -ой передаче;

$U_{ГП}$ – передаточное число главной передачи.

$$U_{TP_1} = 4,05 \cdot 3,85 = 15,592$$

$$U_{TP_2} = 2,4 \cdot 3,85 = 9,24.$$

$$U_{TP_3} = 1,58 \cdot 3,85 = 6,083.$$

$$U_{TP_4} = 1,19 \cdot 3,85 = 4,581.$$

$$U_{TP_5} = 1 \cdot 3,85 = 3,85.$$

$$U_{TP_5} = 0,87 \cdot 3,85 = 3,350.$$

$$U_{TP_{3,x}} = 3,99 \cdot 3,85 = 15,361.$$

$$\omega_{K1} = 0,105 \cdot \frac{775}{15,59} = 0,867$$

$$\omega_{K2} = 0,105 \cdot \frac{775}{9,24} = 1,464 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{K3} = 0,105 \cdot \frac{775}{6,08} = 2,223 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{K4} = 0,105 \cdot \frac{775}{4,58} = 2,952 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{K5} = 0,105 \cdot \frac{775}{3,85} = 3,513 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{K6} = 0,105 \cdot \frac{775}{4,03} = 4,038 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{K_{3,п}} = 0,105 \cdot \frac{775}{15,36} = -0,88 \text{ рад/с.}$$

Проводим аналогичные расчеты для других значений и полученные данные сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Окружная скорость колеса на каждой передаче в рад/с.

п об/мин	п рад/с	UI	UII	UIII	UIV	UV	UVI	Uз.х.
775	13,526	11,522	11,947	12,489	13,009	13,409	13,783	11,531
1550	27,053	12,140	12,991	14,075	15,114	15,914	16,663	12,159
2325	40,579	12,759	14,035	15,661	17,22	18,42	19,543	12,787
3100	54,105	13,378	15,08	17,246	19,325	20,926	22,423	13,415
3875	67,631	13,996	16,123	18,832	21,431	23,431	25,303	14,043
4650	81,158	14,615	17,167	20,418	23,537	25,937	28,183	14,671
5425	94,684	15,234	18,211	22,004	25,642	28,443	31,063	15,299
6200	108,21	15,852	19,255	23,59	27,748	30,948	33,944	15,927
6975	121,736	16,471	20,299	25,176	29,853	33,454	36,824	16,555
7750	135,263	17,09	21,343	26,762	31,959	35,96	39,704	17,183
8525	148,789	17,708	22,387	28,347	34,065	38,465	42,584	17,811
9300	162,316	18,327	23,431	29,933	36,170	40,9710	45,464	18,439

$$V_1 = 0,105 \cdot \frac{775 \cdot 0,24}{15,59} = 1,26 \text{ м/с.}$$

$$V_2 = 0,105 \cdot \frac{775 \cdot 0,24}{9,24} = 2,13 \text{ м/с.}$$

$$V_3 = 0,105 \cdot \frac{775 \cdot 0,24}{6,08} = 3,23 \text{ м/с.}$$

$$V_4 = 0,105 \cdot \frac{775 \cdot 0,24}{4,58} = 4,30 \text{ м/с.}$$

$$V_5 = 0,105 \cdot \frac{775 \cdot 0,24}{3,85} = 5,11 \text{ м/с.}$$

$$V_6 = 0,105 \cdot \frac{775 \cdot 0,24}{3,35} = 5,87 \text{ м/с.}$$

$$V_{3.П} = 0,105 \cdot \frac{775 \cdot 0,24}{15,36} = -1,28 \text{ м/с.}$$

Проводим аналогичные расчеты для других значений и полученные данные сводим в таблицу 4

Таблица 5 – Скорость автомобиля на различных передачах, м/с.

п об/мин	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V3.X.
775	1,261	2,127	3,232	4,291	5,106	5,87	-1,28
1550	2,522	4,256	6,464	8,583	10,214	11,74	-2,56
2325	3,782	6,384	9,697	12,874	15,321	17,61	-3,84
3100	5,0438	8,511	12,929	17,166	20,427	23,48	-5,12
3875	6,3048	10,639	16,161	21,457	25,534	29,350	-6,4
4650	7,566	12,767	19,393	25,749	30,641	35,22	-7,679
5425	8,8267	14,895	22,625	30,040	35,748	41,09	-8,959
6200	10,087	17,023	25,858	34,332	40,855	46,96	-10,239
6975	11,349	19,151	29,09	38,623	45,962	52,83	-11,519
7750	12,61	21,279	32,322	42,915	51,069	58,7	-12,799
8525	13,870	23,406	35,554	47,206	56,176	64,57	-14,079
9300	15,131	25,534	38,786	51,498	61,282	70,44	-15,359

1.3 Определение скорости движения автомобиля

Скорость движения на номинальной частоте вращения на различных передачах определяется по формуле:

$$V_{n_i} = 0,105 \frac{n_N r_K}{U_{TP_i}} \quad (21)$$

где: U_{TP_i} – передаточное число трансмиссии на i -ой передаче;

r_K – кинематический радиус колеса, м.

Как видно из формулы (20) скорость движения автомобиля зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя, кинематического радиуса колеса и передаточного числа трансмиссии.

$$V_{n_1} = 0,105 \cdot \frac{7750 \cdot 0,24}{15,59} = 12,61 \text{ м/с.}$$

$$V_{n_2} = 0,105 \cdot \frac{7750 \cdot 0,24}{9,24} = 21,279 \text{ м/с.}$$

$$V_{n_3} = 0,105 \cdot \frac{7750 \cdot 0,24}{6,08} = 32,322 \text{ м/с.}$$

$$V_{n_4} = 0,105 \cdot \frac{7750 \cdot 0,24}{4,58} = 42,914 \text{ м/с.}$$

$$V_{n_5} = 0,105 \cdot \frac{7750 \cdot 0,24}{3,85} = 51,069 \text{ м/с.}$$

$$V_{n_6} = 0,105 \cdot \frac{7750 \cdot 0,24}{3,35} = 58,1 \text{ м/с.}$$

$$V_{n_{3,П}} = 0,105 \cdot \frac{7750 \cdot 0,24}{15,36} = -12,799 \text{ м/с.}$$

Номинальная частота вращения коленчатого вала соответствует максимальной мощности, снимаемой с двигателя. Обычно максимальная мощность N_e соответствует номинальной частоте вращения n_N . Следовательно, скорость движения автомобиля находим, опираясь на номинальную частоту вращения коленчатого вала.

Полученные результаты расчетов сводим в таблицу 6.

Таблица 6 – Скорость движения автомобиля при n_N .

Выбранная передача	Скорость автомобиля, м/с	Скорость автомобиля, км/ч
I	12,61	45,395
II	21,279	76,603
III	32,322	116,359
IV	42,918	154,494
V	51,069	183,85
VI	58,1	211,32
3.X.	-12,799	-46,077

1.4 Определение КПД трансмиссии

Мощность от двигателя к колесам передается агрегатами трансмиссии, при этом часть мощности затрачивается на преодоление сил трения в зацеплениях зубчатых колес КПП и главной передачи, в карданных шарнирах, подшипниках и сальниковых уплотнениях. Часть мощности затрачивается на преодоление гидравлических потерь, связанных с разбрызгиванием и преодолением сопротивления смазочных материалов. Следовательно, тяговая мощность N_T , подводимая к ведущим колесам при равномерном движении автомобиля, меньше эффективной мощности двигателя N_e на значение мощности N_{TP} , теряемой в трансмиссии.

$$N_T = N_e - N_{TP} \quad (22)$$

Потери энергии в трансмиссии часто определяют по моменту M_{TP} , приведенному к ведущим колесам.

$$M_{TP} = \frac{N_{TP}}{\omega_K} \quad (23)$$

где: ω_K – угловая скорость ведущих колес, рад/сек.

Как было сказано выше, величины N_{TP} и M_{TP} учитывают гидравлические потери и потери, вызванные трением.

Гидравлические потери можно определить по эмпирической формуле:

$$M_r = (2 + 0,09V)G_a r 10^{-3} \quad (24)$$

где: V – скорость автомобиля, м/с;

G_a – вес автомобиля, выраженный в Ньютонах;

r – динамический радиус колеса, м.

$$M_{r1} = (2 + 0,09 \cdot 1,261) \cdot 2300 \cdot 0,242 \cdot 10^{-3} = 11,521 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{r2} = (2 + 0,09 \cdot 2,128) \cdot 2300 \cdot 0,242 \cdot 10^{-3} = 11,946 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{r3} = (2 + 0,09 \cdot 3,222) \cdot 2300 \cdot 0,242 \cdot 10^{-3} = 12,489 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{r4} = (2 + 0,09 \cdot 4,291) \cdot 2300 \cdot 0,242 \cdot 10^{-3} = 13,008 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{r5} = (2 + 0,09 \cdot 5,107) \cdot 2300 \cdot 0,242 \cdot 10^{-3} = 13,409 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{r6} = (2 + 0,09 \cdot 5,87) \cdot 2300 \cdot 0,242 \cdot 10^{-3} = 13,783 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{г.з.п} = (2 + 0,09 \cdot 1,28) \cdot 2300 \cdot 0,242 \cdot 10^{-3} = 11,531 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Проводим аналогичные расчеты для других значений и полученные данные сводим в таблицу 7.

Таблица 7 – Значение момента на преодоление гидравлических потерь в Н · м

п, об/мин	UI	UII	UIII	UIV	UV	UVI	Uз.х.
775	11,521	11,947	12,489	13,009	13,409	13,783	11,531
1550	12,141	12,991	14,075	15,114	15,914	16,663	12,159
2325	12,759	14,035	15,661	17,220	18,420	19,543	12,787
3100	13,378	15,079	17,247	19,326	20,926	22,423	13,415
3875	13,997	16,123	18,832	21,431	23,431	25,303	14,043
4650	14,615	17,167	20,418	23,537	25,937	28,184	14,671
5425	15,234	18,211	22,004	25,642	28,443	31,064	15,299
6200	15,853	19,255	23,590	27,748	30,948	33,944	15,927
6975	16,471	20,299	25,176	29,853	33,454	36,824	16,555
7750	17,090	21,343	26,762	31,959	35,960	39,704	17,183
8525	17,709	22,387	28,348	34,065	38,465	42,584	17,811
9300	18,327	23,431	29,933	36,170	40,971	45,464	18,439

Потери энергии на трение в зубчатых зацеплениях и карданных шарнирах пропорциональны моменту, передаваемому трансмиссией. Эти потери не зависят от частоты вращения деталей.

Момент, затраченный на преодоление сил трения, определяем по формуле:

$$M_M = U_{TP}(1 - x) \quad (25)$$

где: U_{TP} – передаточное число трансмиссии на выбранной передаче.

$$x = 0,98^k 0,97^l 0,995^m \quad (26)$$

где: k, l – число соответственно цилиндрических и конических зубчатых колес, участвующих в передаче крутящего момента на выбранной передаче;

m – число карданных шарниров, передающих нагрузку.

Поскольку, число цилиндрических и конических зубчатых колес, участвующих в передаче крутящего момента одинаково, соответственно:

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_6$$

$$x_1 = 0,98^1 \cdot 0,97^2 \cdot 0,995^2 = 0,922$$

$$x_5 = 0,98^1 \cdot 0,97^0 \cdot 0,995^2 = 0,960$$

$$x_{з.п} = 0,98^1 \cdot 0,97^3 \cdot 0,995^2 = 0,904$$

$$M_M = 15,59 \cdot (1 - 0,922) = 1,216$$

Таким образом, момент сопротивления трансмиссии, приведенный к ведущим колесам:

$$M_{ТР} = M_{Г} + M_M = M_{Г} + M_K(1 - x) \quad (27)$$

Для определения максимальной скорости на различных передачах необходимо определить число цилиндрических (k), конических или червячных (l) зубчатых пар, через которые на данной передаче последовательно передается крутящий момент, а также число карданных шарниров (m).

$$M_{ТР1} = 11,521 + 1,216 = 12,733 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{ТР2} = 11,946 + 1,216 = 13,159 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{ТР3} = 12,489 + 1,216 = 13,701 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{ТР4} = 13,008 + 1,216 = 14,220 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{ТР5} = 13,41 + 1,216 = 14,620 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{ТР6} = 13,78 + 1,216 = 14,995 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{ТРз.п} = 11,53 + 1,216 = 12,743 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Проводим аналогичные расчеты для других значений и полученные данные сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Значение момента на преодоление общих потерь в трансмиссии

n, об/мин	UI	UII	UIII	UIV	UV	UVI	Uз.х.
775	12,733	13,159	13,701	14,220	14,620	14,995	12,743
1550	13,352	14,203	15,286	16,326	17,126	17,875	13,371
2325	13,971	15,247	16,872	18,432	19,632	20,755	13,999
3100	14,589	16,291	18,458	20,537	22,137	23,635	14,627
3875	15,208	17,335	20,044	22,643	24,643	26,515	15,255
4650	15,827	18,379	21,630	24,748	27,149	29,395	15,883
5425	16,446	19,423	23,216	26,854	29,654	32,275	16,511
6200	17,064	20,467	24,802	28,960	32,160	35,155	17,139
6975	17,683	21,511	26,387	31,065	34,666	38,035	17,767
7750	18,302	22,555	27,973	33,171	37,171	40,915	18,395
8525	18,920	23,599	29,559	35,276	39,677	43,795	19,023
9300	19,539	24,643	31,145	37,382	42,183	46,676	19,651

В зависимости от режима движения автомобиля используют различные способы оценки потерь. Так, если трансмиссия передает энергию от двигателя к ведущим колесам (активный режим), то потерю мощности в трансмиссии оценивают по прямому КПД, представляющему собой отношение тяговой мощности к эффективной, или отношение соответствующих значений моментов.

$$\eta_{TP} = \frac{N_e - N_{TP}}{N_e} = \frac{M_K U_{TP} - M_{TP}}{M_K U_{TP}} \quad (28)$$

Если в полученную формулу подставить значение момента сопротивления трансмиссии M_{TP} получаем:

$$\eta_{TP} = x - \frac{M_{\Gamma}}{M_K U_{TP}} \quad (29)$$

При торможении автомобиля двигателем трансмиссия передает энергию от ведущих колес к двигателю, то потери энергии оценивают по мощности N_{TP} и M_{TP} трения в двигателе, на основании которых рассчитывают обратный КПД трансмиссии:

$$\eta_{обр} = \frac{N_{T.д.}}{N_{T.д.} + N_{TP}} = \frac{M_{T.д.} U_{TP}}{M_{T.д.} U_{TP} + M_{TP}} \quad (30)$$

где: $N_{T.д.}$ и $M_{T.д.}$ – мощность и момент, развиваемые при торможении двигателем.

Для справки:

Приблизительные значения прямого (при работе двигателя с полной нагрузкой) и обратного (при принудительном холостом ходе) КПД трансмиссии приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Приблизительные значения КПД трансмиссии

Автомобили	η_{TP}	η_{OBR}
Спортивный	0,9...0,95	0,8...0,85
Легковой	0,9...0,92	0,8...0,82
Грузовой и автобус	0,82...0,85	0,75...0,78
Повышенной проходимости	0,8...0,85	0,73...0,76

$$\eta_{TP1} = 0,922 - \frac{11,521}{520 \cdot 15,59} = 0,920.$$

$$\eta_{TP2} = 0,922 - \frac{11,946}{520 \cdot 9,24} = 0,918.$$

$$\eta_{\text{ТР3}} = 0,922 - \frac{12,489}{520 \cdot 6,083} = 0,915.$$

$$\eta_{\text{ТР4}} = 0,922 - \frac{13,001}{520 \cdot 4,581} = 0,911.$$

$$\eta_{\text{ТР5}} = 0,960 - \frac{13,408}{520 \cdot 3,850} = 0,959.$$

$$\eta_{\text{ТР6}} = 0,922 - \frac{13,782}{520 \cdot 3,350} = 0,921.$$

$$\eta_{\text{ТР.з.п}} = 0,904 - \frac{11,581}{520 \cdot 15,361} = 0,902.$$

Таблица 10 – Значение КПД трансмиссии на каждой передаче

Показатель	Передача						
	I	II	III	IV	V	VI	3.X.
k	2	2	2	2	0	2	3
l	1	1	1	1	1	1	1
m	2	2	2	2	2	2	2
x	0,922	0,922	0,922	0,922	0,960	0,922	0,904
$\eta_{\text{тр}}$	0,920	0,918	0,915	0,911	0,959	0,921	0,902

1.5 Определение фактора обтекаемости автомобиля

При движении автомобиля в неподвижной воздушной среде сила сопротивления воздуха P_{ω} определяется по формуле:

$$P_{\omega} = k_{\omega} F_A V^2 \quad (31)$$

где: k_{ω} – коэффициент обтекаемости, Н*с²/м⁴;

F_A – площадь лобового сопротивления, м²;

V – скорость движения автомобиля, м/с.

Коэффициент обтекаемости k_{ω} зависит от формы кузова и углов натекания и стекания воздушного потока. Обычно коэффициент обтекаемости определяют экспериментально, он численно равен силе сопротивления воздуха в ньютонах, создаваемой 1 м² лобовой площади автомобиля при его движении со скоростью 1 м/с.

Лобовой площадью называют площадь проекции автомобиля на плоскость, перпендикулярную продольной оси автомобиля. Определить точное

значение лобовой плоскости легкового автомобиля довольно сложно из-за сложной формы его поперечного контура.

Площадь лобового сопротивления с достаточной степенью точности (погрешность не более 10%) можно определить следующим образом:

Для легкового автомобиля:

$$F_A = 0,78B_A H_A \quad (32)$$

Для грузового автомобиля:

$$F_A = B_A H_A \quad (33)$$

где: B_A – наибольшая ширина автомобиля, м;

H_A – наибольшая высота автомобиля, м.

Принимаем $B_A=1,846$ м.; $H_A=1,469$, м; $k_\omega=0,31$

$$F_A = 0,78 \cdot 1,846 \cdot 1,469 = 2,115$$

При расчетах силы сопротивления воздуха определяют место приложения данной силы, так называемый центр парусности.

Точное положение центра парусности автомобиля определяется опытным путем в аэродинамической трубе. Для приблизительных расчетов принимают высоту центра парусности, равную половине высоты автомобиля.

$$P_{\omega 1} = 0,31 \cdot 2,115 \cdot 1,261^2 = 1,042.$$

$$P_{\omega 2} = 0,31 \cdot 2,115 \cdot 2,128^2 = 2,969.$$

$$P_{\omega 3} = 0,31 \cdot 2,115 \cdot 3,222^2 = 6,850.$$

$$P_{\omega 4} = 0,31 \cdot 2,115 \cdot 4,291^2 = 12,076.$$

$$P_{\omega 5} = 0,31 \cdot 2,115 \cdot 5,107^2 = 17,101.$$

$$P_{\omega 6} = 0,31 \cdot 2,115 \cdot 5,87^2 = 22,593.$$

$$P_{\omega 3.п} = 0,31 \cdot 2,115 \cdot 1,28^2 = 1,07.$$

Проводим аналогичные расчеты для других значений и полученные данные сводим в таблицу 11.

Таблица 11 – Значение силы сопротивления воздуху

п, об/мин	UI	UII	UIII	UIV	UV	UVI	Уз.х.
775	1,043	2,969	6,850	12,076	17,101	22,593	1,074
1550	4,170	11,876	27,401	48,305	68,404	90,374	4,297
2325	9,383	26,720	61,652	108,685	153,909	203,341	9,668
3100	16,681	47,503	109,604	193,218	273,616	361,496	17,187
3875	26,065	74,223	171,257	301,903	427,525	564,837	26,854
4650	37,533	106,881	246,610	434,741	615,636	813,365	38,670
5425	51,087	145,477	335,663	591,730	837,949	1107,081	52,635
6200	66,725	190,011	438,417	772,872	1094,465	1445,983	68,747
6975	84,449	240,483	554,872	978,167	1385,182	1830,072	87,008
7750	104,259	296,893	685,027	1207,613	1710,101	2259,348	107,418
8525	126,153	359,240	828,882	1461,212	2069,222	2733,812	129,975
9300	150,132	427,525	986,439	1738,963	2462,545	3253,462	154,682

Мощность, необходимая для преодоления сопротивления воздуха определяется по следующей формуле:

$$N_{\omega} = P_{\omega}V = kF_{A}V^3 \quad (34)$$

$$N_{\omega 1} = 1,043 \cdot 1,261 = 1,315 \text{ кВт.}$$

$$N_{\omega 2} = 2,969 \cdot 2,131 = 6,317 \text{ кВт.}$$

$$N_{\omega 3} = 6,85 \cdot 3,222 = 22,141 \text{ кВт.}$$

$$N_{\omega 4} = 12,076 \cdot 4,291 = 51,824 \text{ кВт.}$$

$$N_{\omega 5} = 17,101 \cdot 5,107 = 87,333 \text{ кВт.}$$

$$N_{\omega 6} = 22,593 \cdot 5,87 = 132,623 \text{ кВт.}$$

$$N_{\omega 3.п} = 1,074 \cdot 1,07 = 1,375 \text{ кВт.}$$

Проводим аналогичные расчеты для других значений и полученные данные сводим в таблицу 12.

Таблица 12 – Значение мощности, необходимой для преодоления силы сопротивления в кВт.

п об/мин	UI	UII	UIII	UIV	UV	UVI	Уз.х.
1	2	3	4	5	6	7	8
775	1,043	2,969	6,850	12,076	17,101	22,593	1,074
1550	4,170	11,876	27,401	48,305	68,404	90,374	4,297
2325	9,383	26,720	61,652	108,685	153,909	203,341	9,668

Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8
3100	16,681	47,503	109,604	193,218	273,616	361,496	17,187
3875	26,065	74,223	171,257	301,903	427,525	564,837	26,854
4650	37,533	106,881	246,610	434,741	615,636	813,365	38,670
5425	51,087	145,477	335,663	591,730	837,949	1107,081	52,635
6200	66,725	190,011	438,417	772,872	1094,465	1445,983	68,747
6975	84,449	240,483	554,872	978,167	1385,182	1830,072	87,008
7750	104,259	296,893	685,027	1207,613	1710,101	2259,348	107,418
8525	126,153	359,240	828,882	1461,212	2069,222	2733,812	129,975
9300	150,132	427,525	986,439	1738,963	2462,545	3253,462	154,682

Значение коэффициента обтекаемости приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Значение коэффициента обтекаемости

Автотранспортное средство	k_{ω}
Легковые автомобили	0,2...0,35
Автобусы капотной компоновки	0,45...0,55
Автобусы вагонной компоновки	0,35...0,45
Бортовые грузовые автомобили	0,5...0,7
Грузовые автомобили с кузовом «фургон»	0,5...0,6
Автомобили-цистерны	0,55...0,65
Автопоезда	0,85...0,95
Спортивные автомобили	0,15...0,2

1.6 Определение коэффициента сопротивления качению

На коэффициент сопротивления качению влияют:

- тип покрытия дороги и его состояние;
- скорость движения автомобиля;
- давление воздуха в шине;
- температура шин;
- нагрузка на колесо;
- удельное давление на поверхность дороги;
- размер шины и её конструктивные особенности;
- момент, передаваемый через колесо.

Для эксплуатационных расчетов принимаются некоторые допущения:

- сопротивление качению прямо пропорционально нормальной нагрузке на колесо автомобиля;

- для автомобилей с шинами низкого давления (0,15...0,45МПа) на одном и том же грунте и при одинаковой нагрузке сопротивление качению одинаково и не зависит от конструктивных особенностей колеса.

Сила сопротивления качению может быть выражена через нормальную нагрузку (R_z) и коэффициент пропорциональности, который носит название коэффициента сопротивления качению f :

$$P_f = fR_z \quad (35)$$

Значение коэффициента сопротивления качению в зависимости от состояния дорожного покрытия приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Значение коэффициента сопротивления качению

Тип и состояние дорожного покрытия	f
Бетон, асфальтобетон и асфальт	0,01...0,03
Булыжная мостовая	0,023...0,3
Укатанная сухая грунтовая дорога	0,02...0,03
Разбитая мокрая грунтовая дорога	0,1...0,25
Сухой песок	0,1...0,3
Сырой песок	0,06...0,15
Сухой суглинок	0,04...0,06
Мокрый суглинок	0,1...0,2
Обледенелая дорога	0,01...0,03
Укатанный снег	0,03...0,05
Рыхлый снег	0,1...0,3

Влияние скорости движения автомобиля на коэффициент сопротивления качению учитывает эмпирическая формула:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{1500} \right) \quad (36)$$

где: f_0 – коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля со скоростью менее 15 м/с;

V – скорость движения автомобиля, м/с.

1.7 Силы, действующие на автомобиль при прямолинейном движении

Силы, действующие на автомобиль при прямолинейном движении, представлены на рисунке 1.

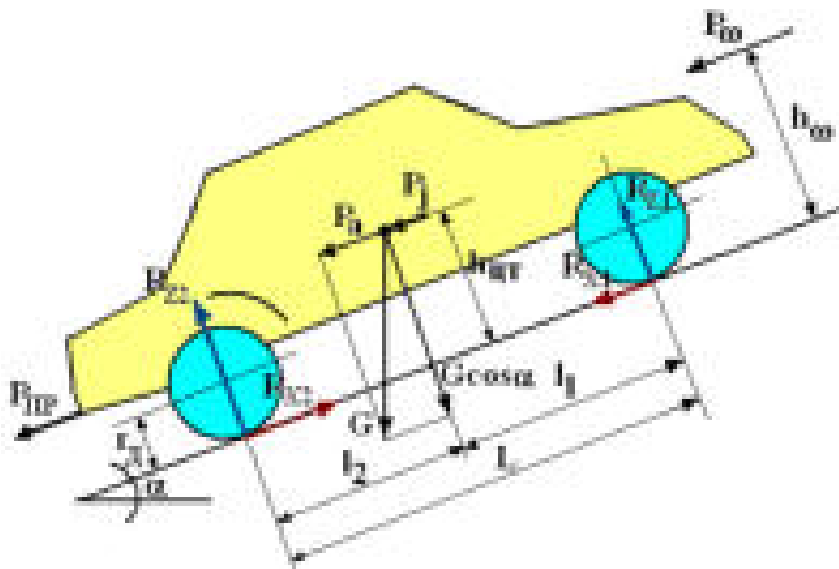


Рисунок 1 – Силы, действующие на автомобиль при прямолинейном движении.

Примем следующие условия:

- два колеса одной оси рассматриваются как одно;
- участок дороги на всем протяжении однородный с постоянным углом наклона (α) к горизонту и не имеет неровностей;
- нормальные реакции дороги прикладываются к осям автомобиля;
- деформация шин и грунта учитывается при определении силы сопротивления качению, но на схеме не показываются.

Рассмотрим систему сил, действующих на автомобиль, равноускоренно движущийся по наклонной поверхности:

- сила тяжести автомобиля (G) приложена к центру тяжести, находящемуся на расстоянии (h_{cm}) от поверхности дороги;
- сила сопротивления воздуха (P_{ω}), приложенная к центру парусности, расположенному на расстоянии (h_{ω}) от поверхности дороги;
- суммарная касательная реакция (R_{X2}) или сила тяги (P_T);

- нормальные реакции дороги на колеса (R_{Z1}) и (R_{Z2});
- сила инерции (P_j) поступательно движущихся масс, которая приложена к центру тяжести и направлена противоположно ускорению;
- сила (P_{HP}) на крюке в случае буксировки прицепа;
- сила сопротивления качению колес (P_f), направленная в сторону противоположную направлению движения автомобиля;
- сила сопротивления подъему (P_a) приложена к центру тяжести и направлена в сторону уклона дороги.

Рассмотрим взаимосвязи между силами, приложенными к автомобилю.

Сила тяжести, действующая на автомобиль, стоящей на горизонтальной поверхности, определяется по формуле:

$$G = mg \quad (37)$$

где: G – сила тяжести автомобиля, Н;

m – масса автомобиля, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с².

$$G = 1840 \cdot 9,81 = 18050,4$$

Положение центра масс определяется у двухосного автомобиля расстояниями (l_1) и (l_2) до геометрических осей вращения колес передней и задней осей. У трехосного автомобиля (l_2) расстояние от центра масс до оси балансира задней тележки. Расстояние $L=l_1+l_2$ называется базой автомобиля.

При движении автомобиля по наклонному участку дороги с углом подъема (α) сила тяжести раскладывается на следующие составляющие:

- $G \cdot \cos(\alpha)$ – нормальная нагрузка на дорогу, направленная перпендикулярно поверхности дороги;
- $G \cdot \sin(\alpha)$ – сила сопротивления подъему, обозначается (P_a), параллельна поверхности дороги. Эта сила может называться «скатывающей силой».

При небольших значениях угла наклона синус может быть заменен на тангенс угла наклона дороги к горизонту, который называют продольным уклоном дороги (i). В этом случае сила сопротивления подъему может быть определена по формуле:

$$P_a = Gi \quad (38)$$

$$P_a = 18050,4 \cdot 0 = 0$$

Сила сопротивления подъему и сила сопротивления качению зависят от дорожных условий, так как коэффициент сопротивления качению (f) и угол подъема дороги (α) в совокупности определяют качество дороги, поэтому часто пользуются таким понятием, как сила сопротивления дороги:

$$P_\psi = P_f + P_a \quad (39)$$

При движении автомобиля по наклонной дороге сила сопротивления качению определяется как:

$$P_f = Gf \cos \alpha \quad (40)$$

Тогда сила сопротивления дороги:

$$P_\psi = G(f \cos \alpha + \sin \alpha) \approx G(f + i) \quad (41)$$

Выражение в скобках называется коэффициентом сопротивления дороги и обозначается как (ψ):

$$\psi = f \cos \alpha + \sin \alpha \quad (42)$$

$$P_f = 18050,4 \cdot 0,007 \cdot \cos 0 = 126,353$$

$$P_\psi = 126,353 + 0 = 126,353$$

Сила инерции или сила сопротивления разгону.

Сила инерции поступательно движущегося тела выражается через величину его ускорения.

$$P_j = mj \quad (43)$$

где: m – масса автомобиля, кг;

j – ускорение автомобиля, м/с².

$$P_j = 1840 \cdot 0,36 = 644$$

Так как в автомобиле имеется большое количество вращающихся деталей значительной массы, они оказывают влияние на сопротивление разгону автомобиля. К этим деталям относятся: колеса автомобиля, зубчатые колеса и валы трансмиссии; маховик двигателя и т.д. Чтобы учесть влияние вращающихся масс вводят коэффициент учета вращающихся масс автомобиля (δ_{BP}),

который показывает, во сколько раз сила, необходимая для разгона автомобиля с заданным ускорением поступательно движущихся и вращающихся масс автомобиля, больше силы, необходимой для разгона только его поступательно движущихся масс.

С учетом (δ_{BP}), уравнение (42) примет вид:

$$P_j = mj\delta_{BP} \quad (44)$$

Значение (δ_{BP}) определяется по эмпирической формуле:

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 U_{TP}^2) \frac{m_a}{m} \quad (45)$$

где: $\delta_1 \approx \delta_2 \approx 0,03 \dots 0,05$

m_a – масса автомобиля с полной нагрузкой, кг;

m – фактическая масса автомобиля.

Нормальная реакция дороги.

Нормальная реакция дороги не совершает ни полезной работы, ни работы сопротивления движению. Однако при изучении тягово-скоростных свойств автомобиля необходимо их учитывать, так как нормальная реакция (R_z) определяет силы сопротивления качению и сцепления колес с опорной поверхностью дороги.

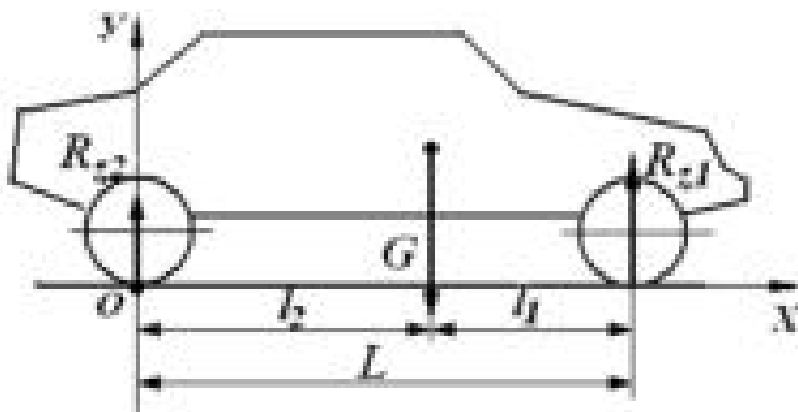


Рисунок 2 – Действующие на автомобиль силы.

Рассмотрим силы, действующие на автомобиль, стоящий на горизонтальной дороге.

Из центра тяжести автомобиля действует вектор силы тяжести (G). Центр тяжести расположен на расстоянии (l_1) от оси переднего моста и на расстоянии (l_2) от оси заднего моста.

Проведем две оси: ось X – вдоль опорной поверхности дороги; ось Y – перпендикулярно поверхности дороги. За начало координат (O) примем точку приложения нормальной реакции, приложенной к задней оси автомобиля.

Составим два уравнения статики.

Уравнение проекции сил на ось Y :

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ R_{z2} - G + R_{z1} &= 0 \end{aligned} \quad (46)$$

Уравнение моментов сил относительно начала координат:

$$\begin{aligned} \sum M_{FY} &= 0 \\ Gl_2 - R_{z1}L &= 0 \end{aligned} \quad (47)$$

Составим систему уравнений.

$$\begin{cases} R_{z2} - G + R_{z1} = 0 \\ Gl_2 - R_{z1}L = 0 \end{cases} \quad (48)$$

Решая систему уравнения, получим:

$$\begin{aligned} R_{z1} &= \frac{Gl_2}{L} \\ R_{z1} &= G - R_{z2} = G \left(1 - \frac{l_2}{L}\right) = \frac{Gl_1}{L} \end{aligned} \quad (49)$$

Во время движения нормальные реакции дороги изменяются под действием различных сил и моментов сил.

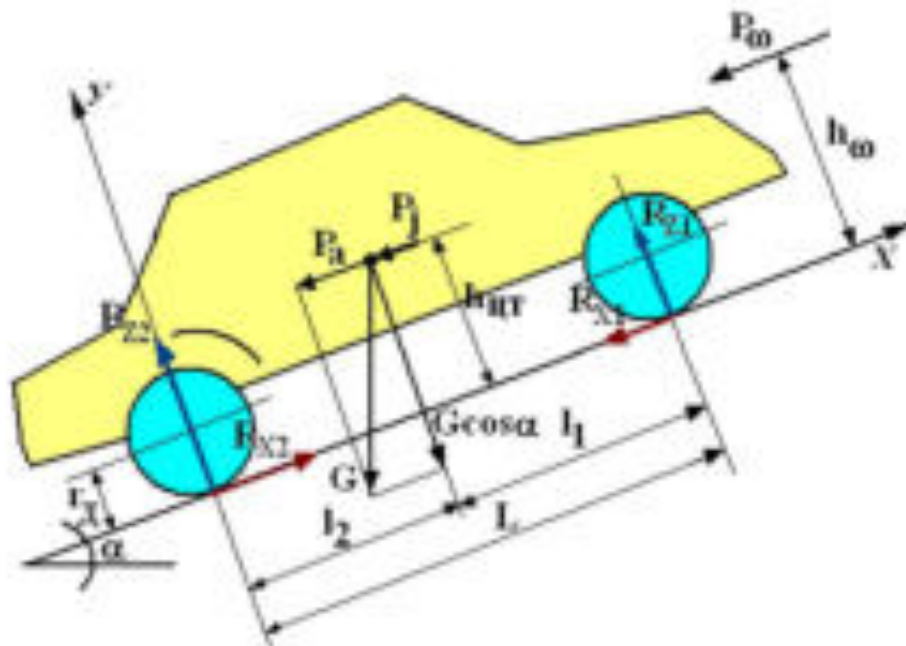


Рисунок 3 – Система сил, действующих на автомобиль при его разгоне.

Рассмотрим систему сил, действующих на автомобиль при его разгоне на подъеме.

Составим систему уравнений сил и моментов сил, приняв за начало координат точку опоры колес задней оси; ось X направим параллельно опорной поверхности, а ось Y – перпендикулярно её.

$$\sum F_y = 0 \quad (50)$$

$$\sum M_{FO2} = 0 \quad (51)$$

$$\sum M_{FO1} = 0 \quad (52)$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} R_{z2} - G \cos \alpha + R_{z1} = 0 \\ (P_a + P_j) h_{\text{ЦТ}} + P_{\omega} h_{\omega} + R_{z1} L - G l_2 \cos \alpha = 0 \\ (P_a + P_j) h_{\text{ЦТ}} + P_{\omega} h_{\omega} + G l_1 \cos \alpha - R_{z2} L = 0 \end{cases} \quad (53)$$

Предположим для упрощения, что $h_{\omega} = h_{\text{ЦТ}}$ получим:

$$R_{z1} = \frac{G l_2 \cos \alpha - h_{\text{ЦТ}} (P_a + P_j + P_{\omega})}{L} \quad (54)$$

$$R_{z2} = \frac{G l_1 \cos \alpha + h_{\text{ЦТ}} (P_a + P_j + P_{\omega})}{L} \quad (55)$$

Полученные уравнения показывают, что нормальные реакции дороги на передние колеса с увеличением крутизны подъема уменьшаются, а на задние увеличиваются. То же самое происходит с увеличением интенсивности разгона и с ростом сопротивления воздуха.

1.8 Определение максимальной скорости движения автомобиля на i -ой передаче

В качестве исходного можно использовать уравнение силового либо мощностного баланса.

$$R_T = P_a + P_f + P_j + P_{\omega} \quad (56)$$

где: P_T – сила тяги, Н

P_a – сила сопротивления подъему, Н;

P_f – сила сопротивления дороги, Н;

P_j – сила инерции поступательно движущихся масс, Н;

P_ω – сила сопротивления воздуха, Н.

Это уравнение можно переписать в следующем виде:

$$R_T = 0 + 126,352 + 644 + 22,593 = 792,946.$$

$$m_a \delta_{BP} \frac{dV}{dt} = P_T - P_a - P_f - P_\omega \quad (57)$$

где: m_a – масса автомобиля, кг.;

δ_{BP} – коэффициент вращающихся масс;

dV/dt – ускорение автомобиля в м/с²;

P_T – сила тяги, приложенная к колесам, Н;

P_a – сила сопротивления подъему, Н;

P_f – сила сопротивления качению колес, Н;

P_ω – сила сопротивления воздуха, Н.

Применив ранее выведенные зависимости:

$$P_T = \frac{M_K U_T \eta_T}{r_D} \quad (58)$$

$$M_K = M_{KN} \left[a + b \left(\frac{n}{n_N} \right) - c \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 \right] \quad (59)$$

$$V = 0,105 n \frac{r_K}{U_T} \quad (60)$$

$$P_f = G_a f_a \quad (61)$$

$$f = f_0 + k_f V^2 \quad (62)$$

$$P_\omega = 0,5 C_x \rho_B F V^2 \quad (63)$$

После необходимых преобразований, получим уравнение силового баланса в общем виде:

$$m_a \delta_{BP} \frac{dV}{dt} = a_i V^2 + b_i V + c_i \quad (64)$$

При установившемся режиме движения, когда ускорение равно нулю, максимальная скорость на i -ой передаче будет определяться по формуле:

$$a_i V^2 + b_i V + c_i = 0 \quad (65)$$

где:

$$a_i = \left[\frac{10^3 N_e k_p \eta_T r_{Kc}}{V_{Ni}^3 r_D} + k_B F + k_f G \right]$$

$$b_i = \frac{10^3 N_e k_p \eta_T r_K b}{V_{Ni}^2 r_D}$$

$$c_i = \frac{10^3 N_e k_p \eta_T r_K a}{V_{Ni} r_D} - G_a (f_0 + i)$$

По приведенным формулам рассчитать значение коэффициентов и максимальную скорость на каждой передаче.

$$V_1 = 0,105 \cdot 9300 \cdot \frac{0,242}{15,59} = 59,013 \text{ км/ч.}$$

$$V_2 = 0,105 \cdot 9300 \cdot \frac{0,242}{9,24} = 99,584 \text{ км/ч.}$$

$$V_3 = 0,105 \cdot 9300 \cdot \frac{0,242}{6,08} = 151,27 \text{ км/ч.}$$

$$V_4 = 0,105 \cdot 9300 \cdot \frac{0,242}{4,58} = 200,842 \text{ км/ч.}$$

$$V_5 = 0,105 \cdot 9300 \cdot \frac{0,242}{3,85} = 239 \text{ км/ч.}$$

$$V_6 = 0,105 \cdot 9300 \cdot \frac{0,242}{3,35} = 274,72 \text{ км/ч.}$$

$$V_{3.П} = 0,105 \cdot 9300 \cdot \frac{0,242}{15,36} = -59,90 \text{ км/ч.}$$

Таблица 15 – Скорость движения автомобиля при максимальных оборотах

Выбранная передача	Скорость автомобиля, км/ч
I	59,013
II	99,584
III	151,267
IV	200,842
V	239
VI	274,72
3.X.	-59,90

1.9 Определение коэффициента вращающихся масс

Коэффициент учета вращающихся масс показывает, во сколько раз сила, необходимая для разгона с заданным ускорением (j) поступательно движущихся и вращающихся масс автомобиля, больше силы, необходимой для разгона только поступательно движущихся масс.

$$\delta_{BP} = 1 + \frac{J_M U_T^2 \eta_T + \sum J_K}{m_a r_K r_D} \quad (66)$$

где: J_M – приведенный момент инерции вращающихся деталей двигателя и трансмиссии;

$\Sigma J_K = J_{1K} + J_{2K}$ – суммарный момент инерции вращающихся ведущих и ведомых колес транспортного средства.

Формулу для упрощения расчетов можно переписать в следующем виде:

$$\delta_{BP} = 1 + \delta_{1B} U_T^2 + \delta_{2B} \quad (67)$$

где: δ_{1B} – коэффициент учета вращающихся масс, приведенных к трансмиссии

δ_{2B} – коэффициент учета вращающихся масс, приведенных к колесам.

$$\delta_{1B} = \frac{J_M U_T^2 \eta_T}{m_a r_K r_D} \quad (68)$$

$$\delta_{1B} = \frac{\Sigma J_K}{m_a r_K r_D} \quad (69)$$

Для автомобилей с их номинальной загрузкой можно считать:

$$\delta_{1B} \approx \delta_{2B} \approx 0,05$$

Если масса автомобиля с нагрузкой m_x отличается от номинальной m_a , то величины коэффициентов вращающихся масс увеличиваются в отношении m_a/m_x .

Номинальной нагрузкой считается грузоподъемность (пассажировместимость) автомобиля.

Полная масса автомобиля $m_a = 2100$ кг, фактическая масса $m_x = 1500$ кг, тогда:

$$\delta_{1B} \approx \delta_{2B} \approx 0,04 \left(\frac{2300}{1830} \right) = 0,05$$

Находим коэффициенты вращающихся масс для различных передач.

$$\delta_{BP1} = 1 + 0,05 \cdot 15,59^2 + 0,05 = 13,206.$$

$$\delta_{BP2} = 1 + 0,05 \cdot 9,24^2 + 0,5 = 5,319.$$

$$\delta_{BP3} = 1 + 0,05 \cdot 6,083^2 + 0,5 = 2,90.$$

$$\delta_{BP4} = 1 + 0,05 \cdot 4,581^2 + 0,5 = 2,1.$$

$$\delta_{BP5} = 1 + 0,05 \cdot 3,85^2 + 0,5 = 1,791.$$

$$\delta_{BP6} = 1 + 0,05 \cdot 3,349^2 + 0,5 = 1,611.$$

$$\delta_{\text{ВРз.п}} = 1 + 0,05 \cdot 15,361^2 + 0,5 = 12,847.$$

1.10 Определение времени разгона

При расчете времени разгона принимаются некоторые допущения:

У автомобилей с механической трансмиссией при трогании с места и переключении передач некоторое время передача крутящего момента происходит с пробуксовкой сцепления.

Переключение передач производится при скорости автомобиля, определяемой по формуле:

$$V = 0,105 \frac{n_N r_K}{U_T} \quad (70)$$

Во время переключения передача мощности к колесам прекращается, скорость автомобиля снижается. Время $\tau_{\text{п}}$ переключения зависит как от конструктивных особенностей автомобиля, так и от квалификации водителя. Опытный водитель тратит на переключение передач 1...2с. Значение падения скорости $\Delta V_{\text{п}}$ за время переключения передачи зависит от типа дорожного покрытия, скорости движения автомобиля и параметров обтекаемости автомобиля.

Определить падение скорости за время переключения передач можно из уравнения силового баланса, считая, что подводимая к колесам мощность во время переключения равна нулю, следовательно, и $P_T = 0$.

Потери в трансмиссии определяются силой $P_{\text{тр0}}$ сопротивления трансмиссии при разомкнутом сцеплении, а коэффициент вращающихся масс:

$$\delta_{\text{ВР}} = 1 + \delta_{2\text{В}} \quad (71)$$

так как сцепление во время переключения передач выключено.

Так как движение во время переключения передач замедленное, можно уравнение силового баланса записать в следующем виде:

$$(1 + \delta_{2\text{В}})m_{\text{а}}j = -(G\psi + k_{\omega}FV^2 + P_{\text{тр0}}) \quad (72)$$

Разделив обе части уравнения на полученное значение коэффициента вращающихся масс и, заменив значение ускорение на производную скорости по времени, получим:

$$\delta_{BP} m_a \frac{dV}{dt} = -(G\psi + k_{\omega} FV^2 + P_{TP0}) \quad (73)$$

Переходя от значений сил сопротивления и тягового усилия к ранее вычисленным значениям коэффициентов a_i ; b_i ; c_i получим следующую зависимость:

$$\delta_{BP} m_a \frac{dV}{dt} = a_i V^2 + b_i V + c_i \quad (74)$$

Разделив в этом уравнении переменные, и, произведя интегрирование, получим:

$$\tau_P = m_a \delta_{BP} \int_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \frac{dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i} \quad (75)$$

Используя таблицы интегралов для правой части равенства получим:

$$\tau_{Pi} = \frac{2m_a \delta_{BP}}{\sqrt{4a_i c_i - b_i^2}} \operatorname{arctg} \frac{2a_i V + b_i}{\sqrt{4a_i c_i - b_i^2}} \Bigg|_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \quad (76)$$

если

$$\sqrt{4a_i c_i - b_i^2} < 0$$

$$\tau_{Pi} = \frac{m_a \delta_{BP}}{\sqrt{b_i^2 - 4a_i c_i}} \ln \left| \frac{2a_i V + b_i - \sqrt{b_i^2 - 4a_i c_i}}{2a_i V + b_i + \sqrt{b_i^2 - 4a_i c_i}} \right| \Bigg|_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \quad (77)$$

если

$$\sqrt{b_i^2 - 4a_i c_i} > 0$$

$$a_1 = \left[\frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot 2,90}{12,61^3 \cdot 0,24} + 0,31 \cdot 2,11 + 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 \right] = -472,094.$$

$$a_2 = \left[\frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot 2,90}{21,28^3 \cdot 0,24} + 0,31 \cdot 2,11 + 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 \right] = -98,642.$$

$$a_3 = \left[\frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot 2,90}{32,32^3 \cdot 0,24} + 0,31 \cdot 2,11 + 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 \right] = -28,599.$$

$$a_4 = \left[\frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot 2,90}{42,91^3 \cdot 0,24} + 0,31 \cdot 2,11 + 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 \right] = -12,612.$$

$$a_5 = \left[\frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot 2,90}{51,07^3 \cdot 0,24} + 0,31 \cdot 2,11 + 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 \right] = -8,177.$$

$$a_6 = \left[\frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot 2,90}{58,10^3 \cdot 0,24} + 0,31 \cdot 2,11 + 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 \right] = -5,458.$$

$$a_{3.\Pi} = \left[\frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot 2,90}{12,80^3 \cdot 0,24} + 0,31 \cdot 2,11 + 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 \right] = -440,839.$$

$$b_1 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,4}{12,61^2 \cdot 0,24} = 9355,01.$$

$$b_2 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,4}{21,28^2 \cdot 0,24} = 3278,007.$$

$$b_3 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,4}{32,32^2 \cdot 0,24} = 1415,359.$$

$$b_5 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,4}{42,91^2 \cdot 0,24} = 594,507.$$

$$b_4 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,4}{51,07^2 \cdot 0,24} = 499,196.$$

$$b_6 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,4}{58,10^2 \cdot 0,24} = 432,097.$$

$$b_{3.\Pi} = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,4}{12,80^2 \cdot 0,24} = 8897,979.$$

$$c_1 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot (-0,66)}{12,61 \cdot 0,24} - 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 = -17293.$$

$$c_2 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot (-0,66)}{21,28 \cdot 0,24} - 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 = -10276,482.$$

$$c_3 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot (-0,66)}{32,32 \cdot 0,24} - 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 = -6783,415.$$

$$c_4 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot (-0,66)}{42,91 \cdot 0,24} - 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 = -5117,255.$$

$$c_5 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot (-0,66)}{51,07 \cdot 0,24} - 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 = -4544,4.$$

$$c_6 = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot (-0,66)}{58,10 \cdot 0,24} - 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 = -3817,27.$$

$$c_{3.\Pi} = \frac{10^3 \cdot 373 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,24 \cdot (-0,66)}{12,80 \cdot 0,24} - 1840 \cdot 9,81 \cdot 0,00007 = -1644,276.$$

$$\tau_{P1} = \frac{1840 \cdot 13,206}{\sqrt{9355,01 \cdot 4 \cdot (-472,094) \cdot (-17293)}}.$$

$$\cdot \ln \left| \frac{2 \cdot (-472,094) \cdot 12,61 + 9355,01 - \sqrt{9355,01^2 \cdot 4 \cdot (-472,094) \cdot (-17293)}}{2 \cdot (-472,094) \cdot 12,61 + 9355,01 - \sqrt{9355,01^2 \cdot 4 \cdot (-472,094) \cdot (-17293)}} \right|_{12,61}^0 = 9,416$$

$$\tau_{P2} = \frac{1840 \cdot 5,319}{\sqrt{3278,007 \cdot 4 \cdot (-98,624) \cdot (-10276,482)}}.$$

$$\cdot \ln \left| \frac{2 \cdot (-98,624) \cdot 21,279 + 3278,007 - \sqrt{3278,007^2 \cdot 4 \cdot (-98,624) \cdot (-10276,482)}}{2 \cdot (-98,624) \cdot 21,279 + 3278,007 - \sqrt{3278,007^2 \cdot 4 \cdot (-98,624) \cdot (-10276,482)}} \right| \Bigg|_{21,279}^{12,61} = 5,363$$

$$\tau_{P3} = \frac{1840 \cdot 2,90}{\sqrt{1415,36 \cdot 4 \cdot (-28,6) \cdot (-6783,415)}} \cdot$$

$$\cdot \ln \left| \frac{2 \cdot (-28,6) \cdot 32,322 + 1415,36 - \sqrt{1415,36^2 \cdot 4 \cdot (-28,6) \cdot (-6783,415)}}{2 \cdot (-28,6) \cdot 32,322 + 1415,36 - \sqrt{1415,36^2 \cdot 4 \cdot (-28,6) \cdot (-6783,415)}} \right| \Bigg|_{32,322}^{21,279} = 5,853$$

$$\tau_{P4} = \frac{1840 \cdot 2,099}{\sqrt{499,196 \cdot 4 \cdot (-12,612) \cdot (-5117,255)}} \cdot$$

$$\cdot \ln \left| \frac{2 \cdot (-12,612) \cdot 42,915 + 499,196 - \sqrt{499,196^2 \cdot 4 \cdot (-12,612) \cdot (-5117,255)}}{2 \cdot (-12,612) \cdot 42,915 + 499,196 - \sqrt{499,196^2 \cdot 4 \cdot (-12,612) \cdot (-5117,255)}} \right| \Bigg|_{42,915}^{32,322} = 6,017$$

$$\tau_{P5} = \frac{1840 \cdot 1,791}{\sqrt{594,507 \cdot 4 \cdot (-8,177) \cdot (-4544,4)}} \cdot$$

$$\ln \left| \frac{2 \cdot (-8,177) \cdot 51,096 + 594,507 - \sqrt{594,507^2 \cdot 4 \cdot (-8,177) \cdot (-4544,4)}}{2 \cdot (-8,177) \cdot 51,096 + 594,507 - \sqrt{594,507^2 \cdot 4 \cdot (-8,177) \cdot (-4544,4)}} \right| \Bigg|_{51,096}^{42,915} = 5,250$$

$$\tau_{P6} = \frac{1840 \cdot 1,611}{\sqrt{432,097 \cdot 4 \cdot (-5,458) \cdot (-3817,27)}} \cdot$$

$$\cdot \ln \left| \frac{2 \cdot (-5,458) \cdot 58,1 + 432,097 - \sqrt{432,097^2 \cdot 4 \cdot (-5,458) \cdot (-3817,27)}}{2 \cdot (-5,458) \cdot 58,1 + 432,097 - \sqrt{432,097^2 \cdot 4 \cdot (-5,458) \cdot (-3817,27)}} \right| \Bigg|_{58,1}^{51,096} = 6,858$$

1.11 Определение пути разгона на i -ой передаче

Для определения пути разгона автомобиля на каждой передаче достаточно время разгона на этой передаче умножить и разделить на ds .

$$m_a \delta_{BP} \frac{dV}{ds} \frac{ds}{dt} = a_i V^2 + b_i V + c_i \quad (78)$$

Так как $ds/dt = V$, разделив переменные и произведя интегрирование, получим:

$$S_{Pi} = m_a \delta_{BP} \int_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \frac{V dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i} \quad (79)$$

Используя таблицу интегралов, получим следующий результат:

$$S_{Pi} = m_a \delta_{BP} \left[\frac{1}{2a_i} \ln |a_i V^2 + b_i V + c_i| \Bigg|_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} - \frac{b_i}{2a_i} \int_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \frac{dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i} \right] \quad (80)$$

Принимая во внимание, что:

$$\tau_P = m_a \delta_{BP} \int_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \frac{dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i}$$

Получим следующее

$$S_{Pi} = \frac{1}{2a_i} \left[m_a \delta_{BP} \left(\ln|a_i V^2 + b_i V + c_i| \Big|_{V_{Hi}}^{V_{Ki}} \right) - b_i \tau_i \right] \quad (81)$$

Путь за время переключения передачи можно приближенно подсчитать по формуле:

$$S_{\Pi} = V_{\Pi} \tau_{\Pi} \quad (82)$$

где: V_{Π} – скорость, достигнутая автомобилем к моменту переключения передач;

τ_{Π} – время, необходимое на переключение передачи.

Подставив в формулу ранее полученные значения начальной и конечной скорости на различных передачах, а также значения a_i ; b_i и c_i , найдем путь, пройденный автомобилем при разгоне на каждой из передач.

$$S_{P1} = \frac{1}{2 \cdot (-472,094)} \cdot \left[1840 \cdot 13,21 \cdot \left(\ln|(-472,094) \cdot 21,61^2 + 9356,01 \cdot 12,61 + (-17293)| \Big|_{12,61}^0 \right) \right] - 9355,01 \cdot 9,416 = 83,186 \text{ м.}$$

$$S_{P2} = \frac{1}{2 \cdot (-98,642)} \cdot \left[1840 \cdot 5,319 \cdot \left(\ln|(-98,642) \cdot 21,279^2 + 3278,007 \cdot 21,279 + (-10276,48)| \Big|_{21,279}^{12,61} \right) \right] - 3278,007 \cdot 5,363 = 90,293 \text{ м.}$$

$$S_{P3} = \frac{1}{2 \cdot (-28,6)} \cdot \left[1840 \cdot 2,9 \cdot \left(\ln|(-28,6) \cdot 32,322^2 + 1415,35 \cdot 32,322 + (-6783,41)| \Big|_{32,322}^{21,279} \right) \right] - 1415,35 \cdot 5,853 = 156,825 \text{ м.}$$

$$S_{P4} = \frac{1}{2 \cdot (-12,612)} \cdot \left[1840 \cdot 2,099 \cdot \left(\ln|(-12,612) \cdot 42,915^2 + 499,195 \cdot 42,915 + (-5117,255)| \Big|_{42,915}^{32,322} \right) \right] - 499,195 \cdot 6,017 = 226,893 \text{ м.}$$

$$S_{P5} = \frac{1}{2 \cdot (-8,177)} \cdot \left[1840 \cdot 1,791 \cdot \left(\ln|(-8,177) \cdot 51,069^2 + 594,507 \cdot 51,069 + (-4544,4)| \Big|_{51,069}^{42,915} \right) \right] - 594,507 \cdot 5,250 = 247,094 \text{ м.}$$

$$S_{P6} = \frac{1}{2 \cdot (-5,458)} \cdot \left[1840 \cdot 1,611 \cdot \left(\ln|(-5,458) \cdot 58,1^2 + 432,097 \cdot 58,1 + (-3817,27)| \Big|_{58,1}^{51,069} \right) \right] - 432,097 \cdot 6,858 = 377,28 \text{ м.}$$

1.12 Определяем максимальное значение ускорения при разгоне автомобиля

Значение ускорения можно определить из уравнения:

$$m_a \delta_{BP} \frac{dv}{dt} = a_i V^2 + b_i V + c_i \quad (83)$$

Так как $dv/dt = j$, можно переписать уравнение в виде:

$$j_i = \frac{a_i V^2 + b_i V + c_i}{m_a \delta_{BP}} \quad (84)$$

Максимальное ускорение на i -ой передаче находим как экстремум функции $j=f(v)$.

Экстремальное значение скорости v_{extr} находим при максимальном значении ускорения. Её величина определяется, как:

$$V_{extr} = -\frac{b_i}{2a_i} \quad (85)$$

Подставив значение v_{extr} в уравнение (83) получим:

$$j_{maxi} = \frac{c_i - \frac{b_i^2}{4a_i}}{m_a \delta_{BP}} \quad (86)$$

$$j_{max1} = \frac{(-17293) - \frac{9355,01^2}{4 \cdot (-472,094)}}{1840 \cdot 13,206} = 1,958 \text{ м/с}^2$$

$$j_{max2} = \frac{(-10276,482) - \frac{3278,007^2}{4 \cdot (-98,642)}}{1840 \cdot 5,319} = 1,733 \text{ м/с}^2$$

$$j_{max3} = \frac{(-6783,415) - \frac{1415,36^2}{4 \cdot (-28,60)}}{1840 \cdot 2,9} = 2,01 \text{ м/с}^2$$

$$j_{max4} = \frac{(-5117,255) - \frac{499,196^2}{4 \cdot (-12,612)}}{1840 \cdot 2,099} = 1,952 \text{ м/с}^2$$

$$j_{max5} = \frac{(-4544,4) - \frac{594,507^2}{4 \cdot (-8,177)}}{1840 \cdot 1,791} = 1,9 \text{ м/с}^2$$

$$j_{max6} = \frac{(-3817,27) - \frac{432,097^2}{4 \cdot (-5,458)}}{1840 \cdot 1,61} = 1,598 \text{ м/с}^2$$

$$j_{cpi} = \left[\frac{a_i \cdot (V_k^2 + V_k \cdot V_n + V_n^2)}{3} + \frac{b_i (V_k + V_n)}{2} + c_i \right] / m \cdot \delta_{Bpi} \quad (87)$$

$$j_{cp1} = \frac{\left[\frac{-472,094 \cdot (1,26^2 + 1,26 \cdot 12,61 + 12,61^2)}{3} + \frac{9355,01 \cdot (1,26 + 12,61)}{2} + (-17293) \right]}{1840} \cdot 13,206 = 0,686 \text{ м/с}^2$$

$$j_{cp2} = \frac{\left[\frac{-472,094 \cdot (2,128^2 + 21,128 \cdot 21,279 + 21,279^2)}{3} + \frac{9355,01 \cdot (V_k + V_n)}{2} + (-17293) \right]}{1840} \cdot 13,206 = -2,474 \text{ м/с}^2$$

$$j_{cp3} = \frac{\left[\frac{-472,094 \cdot (151,267^2 + 151,267 \cdot 32,322 + 32,322^2)}{3} + \frac{9355,01 \cdot (151,267 + 32,322)}{2} + (-17293) \right]}{1840} \cdot 13,206 = -3,644 \text{ м/с}^2$$

$$j_{cp4} = \frac{\left[\frac{-472,094 \cdot (200,842^2 + 200,842 \cdot 42,915 + 42,915^2)}{3} + \frac{9355,01 \cdot (200,842 + 42,915)}{2} + (-17293) \right]}{1840} \cdot 13,206 = -4,824 \text{ м/с}^2$$

$$j_{cp5} = \frac{\left[\frac{-472,094 \cdot (239^2 + 239 \cdot 51,069 + 51,069^2)}{3} + \frac{9355,01 \cdot (239 + 51,069)}{2} + (-17293) \right]}{1840} \cdot 13,206 = -6,085 \text{ м/с}^2$$

$$j_{cp6} = \frac{\left[\frac{-472,094 \cdot (274,72^2 + 274,72 \cdot 58,1 + 58,1^2)}{3} + \frac{9355,01 \cdot (274,72 + 58,1)}{2} + (-17293) \right]}{1840} \cdot 13,206 = -6,766 \text{ м/с}^2$$

После окончания расчетов результаты вносим в таблицу 16.

Таблица 16 – Характеристики автомобиля на каждой передаче

Передача	η_T	δ_{BP}	V_N , м/с	V_{max} , км/ч	τ_P , с	S_P , м	J_{max} , м/с ²	J_{CP} , м/с ²
I	0,92	13,206	12,61	59,013	-1644,276	83,186	1,958	0,686
II	0,92	5,319	21,274	99,584	5,323	90,293	1,733	-2,474
III	0,92	2,90	32,322	151,267	5,853	156,825	2,01	-3,644
IV	0,92	2,1	42,915	200,842	6,017	226,893	1,952	-4,824
V	0,96	1,791	51,069	239	5,250	247,094	1,9	-6,085
VI	0,92	1,611	58,1	274,715	685	377,28	1,598	-6,766
3.X.	0,90	12,847	-12,799	-59				

1.13 Построение графика тяговой характеристики автомобиля

При исследовании тягово-скоростных свойств автомобиля предполагают, что его двигатель работает при полностью открытой дроссельной заслонке или максимальной топливоподаче. Это означает, что с изменением сопротивления движению частота вращения коленчатого вала двигателя и крутящий момент M_k меняются по внешней скоростной характеристике, и, как следствие, в зависимости от скорости V_a движения автомобиля изменяется сила тяги P_m .

Зависимость $P_m = f(va)$ изображается графически. Совокупность кривых, построенных для всех ступеней КПП, называется тяговой характеристикой.

Значение M_x находят по внешней скоростной характеристике двигателя для полученных значений частоты вращения (n) коленчатого вала двигателя.

Силу тяги (P_T) вычисляют по формуле:

$$P_T = \frac{M_x}{r_k} = \frac{\eta_{TP} M_K U_{KP} U_{TP}}{r_k} \quad (88)$$

Тяговую характеристику можно построить, составив предварительно для каждой передачи таблицу по предложенной форме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По исходным данным автомобиля BMW M5 E60 были рассчитаны и построены графики внешних скоростных характеристик двигателя автомобиля.

Анализируя произведённые расчёты, можно сделать вывод, что зависимость частоты вращения коленчатого вала двигателя и внешних скоростных характеристик двигателя автомобиля изменяются не прямо пропорционально. Максимальные характеристики крутящего момента находятся в пределах 7750 оборотов в минуту и при дальнейшем увеличении частоты вращения коленчатого вала снижаются.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

23. Головин С.И. Анализ диагностических информаторов / С.И. Головин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. 2003-2004 гг.. – Орел, 2005. С. 59-62.

24. Головин С.И. Безразборные технологии увеличения эксплуатационного ресурса автотранспортной техники / С.И. Головин, Е.А. Ерохин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 78-83.

25. Головин С.И. Мониторинг изнашивания деталей дизеля как средство оптимизации системы технического обслуживания: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.И. Головин. – Москва, 2007

26. Головин С.И. Мониторинг изнашивания деталей дизеля, как средство оптимизации системы технического обслуживания: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.И. Головин. – Москва, 2007

27. Головин С.И. Оценка состояния двигателя по показателям моторного масла / С.И. Головин, А.А. Жосан // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2007. № 4. С. 52-53.

28. Головин С.И. Проблема реализации ресурса двигателей / С.И. Головин, Е.В. Рябцев // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 139-142.

29. Головин С.И. Прогнозирование остаточного ресурса дизелей / С.И. Головин, Н.М. Деревягин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 111-114.

30. Головин С.И. Реализации назначенного ресурса дизеля / С.И. Головин // В сборнике: Особенности технического оснащения современного сельскохозяйственного производства. / Сборник материалов к Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Орел, 2012. С. 87-91.

31. Головин С.И. Техническое состояние АМТС как один из критериев,

влияющих на безопасность дорожного движения / С.И. Головин, А.А. Жосан, А.Д. Полудницын // Мир транспорта и технологических машин. – Орел, 2009. № 4 (27). С. 54-58.

32. Головин С.И. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования». / С.И. Головин, А.А. Жосан. – Орел: Издательство Орел ГАУ, 2015. – 80 с.

33. Ефимов М. А. Тракторы и автомобили: учебное пособие. / М. А. Ефимов. – Орел: Издательство Орел ГАУ, 2013. – 272 с.

34. Жосан А.А. Пути улучшения технических, экономических и экологических показателей дизельных двигателей / А.А. Жосан, С.И. Головин, О.А. Кореньков // В сборнике: Ресурсосбережение - XXI век. Сборник материалов Международной научно практической конференции. – Орел, 2005. С. 46-48.

35. Жосан А.А. Система РИКОС как способ обеспечения и поддержания целевой динамичности мобильных энергетических средств / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК. / Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 52-57.

36. Жосан А.А. Увеличение ресурса дизелей / А.А. Жосан, С.И. Головин // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2006. № 12. С. 35.

37. Иванов А. М. Автомобили: Конструкция и рабочие процессы. / А. М. Иванов, С. Н. Иванов, Н. П. Квасновская, и др. М: Издательский цент «Академия», 2012. – 384 с. ISBN 978-5-7695-7439-9

38. Иванов А. М. Автомобили: Теория эксплуатационных свойств. / А. М. Иванов, А.Н. Нарбут, А. С. Паршин, и др. М: Издательский цент «Академия», 2013. – 176 с. ISBN 978-5-7695-9140-2

39. Карелина М.Ю. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебное пособие / М.Ю. Карелина, М.М. Ревякин, А.А. Жосан, И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, С.И. Головин, Е.В. Яковлева. – Орел, 2016. – 328 с.

40. Карелина М.Ю. Электронные системы управления работой дизельных двигателей: учебное пособие / М.Ю. Карелина, И.Н. Кравченко, А.В. Колмейченко, С.И. Головин, А.А. Жосан, М.Н. Ерофеев. – М. Инфра-М, 2017. – 160 с.

41. Проскурин А. И. Практикум по эксплуатационным свойствам автомобилей. Учебное пособие. / А. И. Проскурин, А. А. Карташов, Р. Н. Москвин; М: Издательский центр «Академия», 2014. – 240 с. ISBN 978-5-7695-6008-8

42. Пучин Е.А. Тенденции развития тракторостроения / Е.А. Пучин, А.А. Жосан, С.И. Головин // В сборнике: Инновационные технологии механизации, автоматизации и технического обслуживания в АПК. / Материалы Международной научно-практической интернет-конференции. – Орел, 2008. С. 61-64.

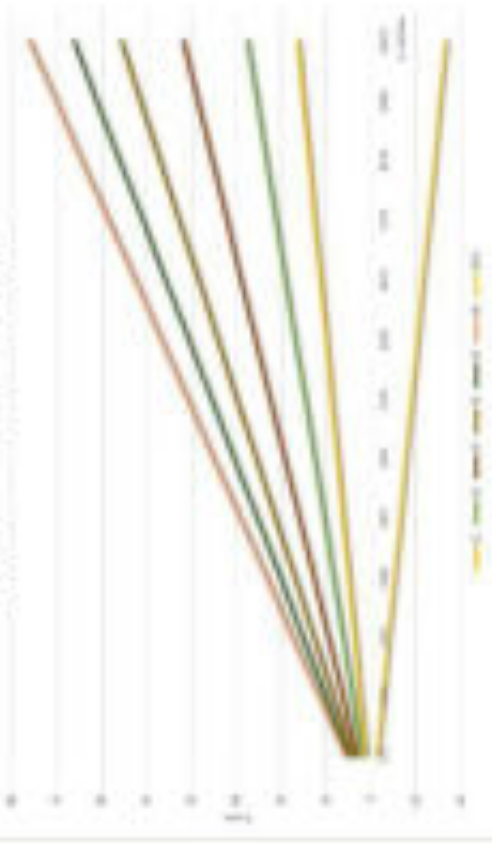
43. Шатров М.Г. Автомобильные двигатели. / М.Г. Шатров, К.А. Морозов, И.В. Алексеев, и др. М: Издательский центр «Академия», 2013. – 464 с. ISBN 978-5-4468-0186-2

44. Шатров М.Г. Автомобильные двигатели: Курсовое проектирование. / М.Г. Шатров, И.В. Алексеев, С.Н. Богданов, и др. М: Издательский центр «Академия», 2014. – 256 с. ISBN 978-5-4468-0407-8

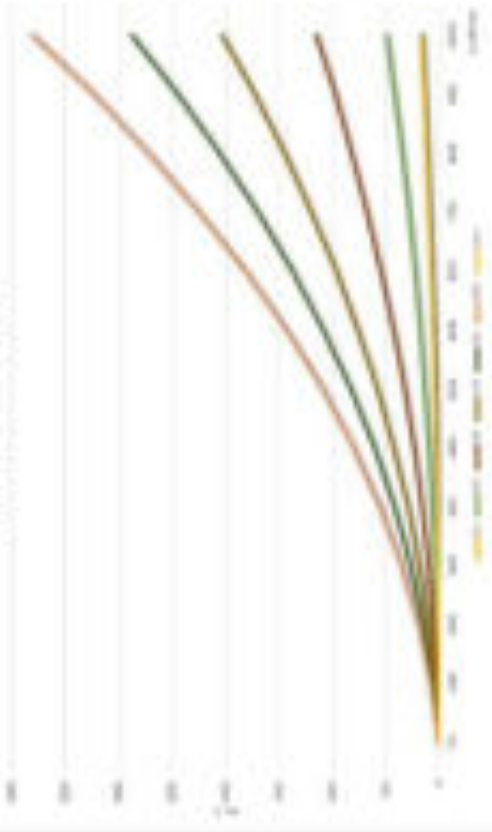
РЕЦЕНЗИЯ

Судно: 00001-0000

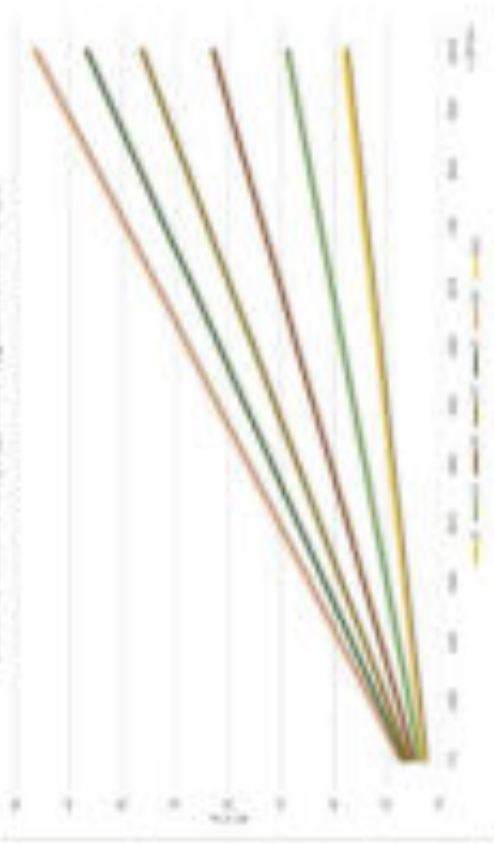
Скорость движения судна на различных курсах



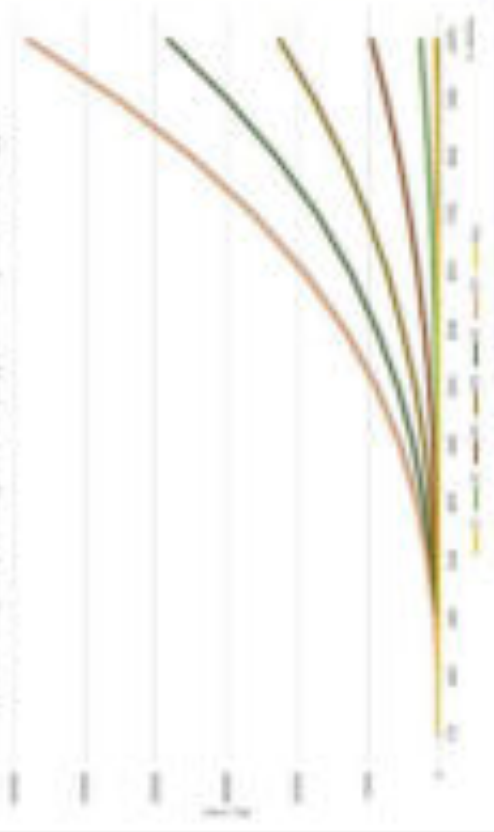
Скорость движения судна



Время движения судна на различных курсах

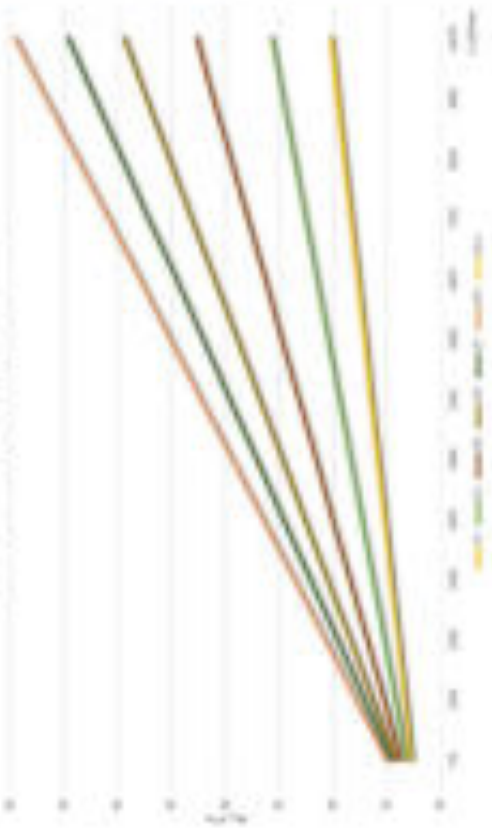


Время движения судна на различных курсах

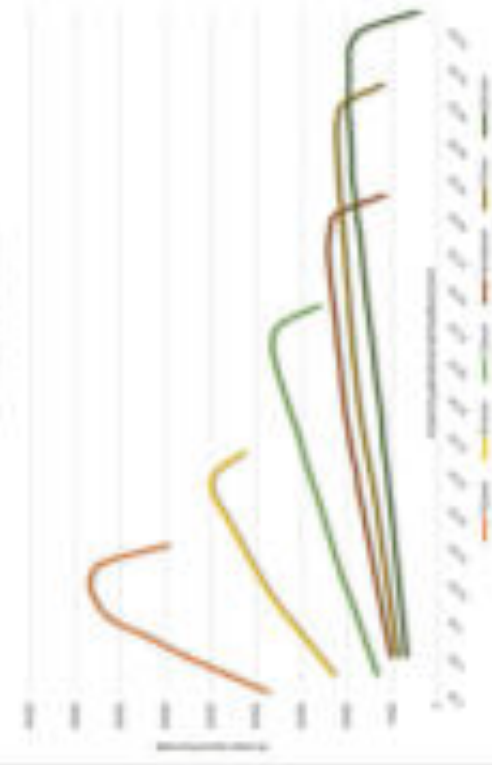


Судно: 00001-0000	Дата: 01.01.2020	Время: 10:00
Место: 00001-0000	Скорость: 10	Время: 10:00
Курс: 00001-0000	Время: 10:00	Время: 10:00
Скорость: 10	Время: 10:00	Время: 10:00
Время: 10:00	Время: 10:00	Время: 10:00

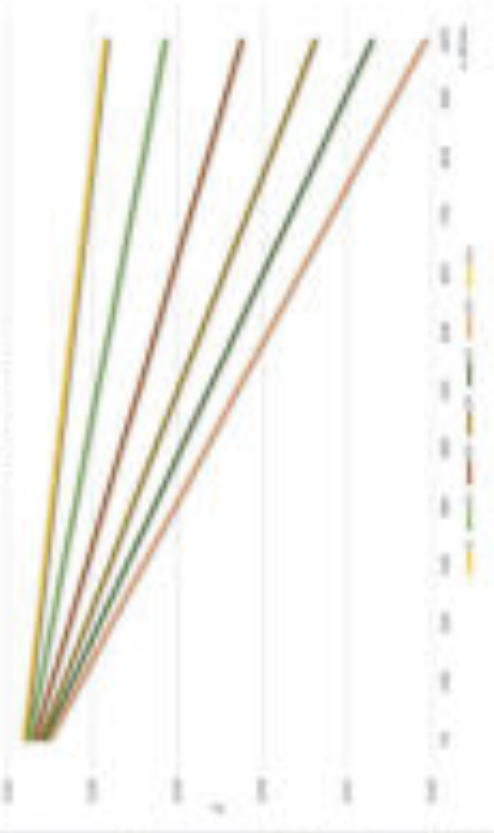
Варианты выбора угла наклона в зависимости от



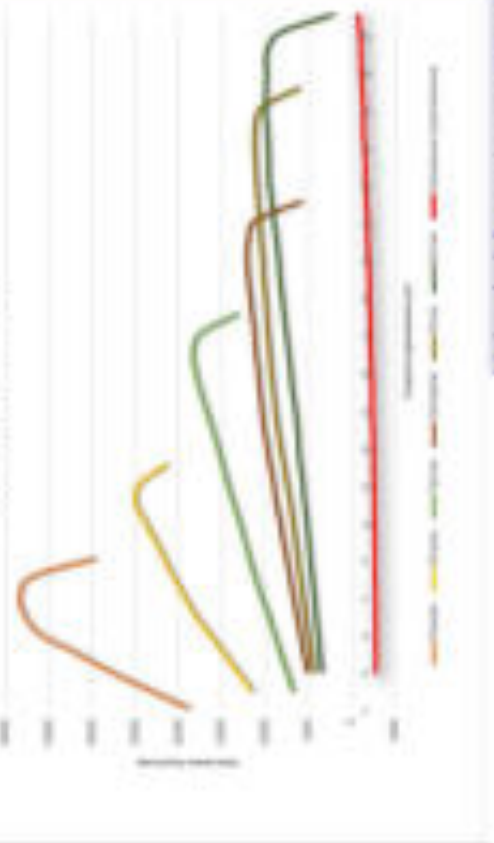
Варианты выбора угла наклона



Варианты выбора угла наклона



Варианты выбора угла наклона



Курсовый проект по ВЭП			
Имя Фамилия	Иванов	Иванов	Иванов
Группа	ЭЭ-2023	ЭЭ-2023	ЭЭ-2023
Дата	12/11/2023	12/11/2023	12/11/2023