

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Кафедра Общонаучных дисциплин

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Эксплуатационные свойства транспортно-технологических машин»
основной профессиональной образовательной программы подготовки
бакалавров по направлению «23.03.03 Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсовой работы

Лысьва 2022 г.

Разработчик-составитель к.т.н., доцент каф. ТД, Жалко М.Е.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры Общенаучных дисциплин «29» августа 2022 г., протокол № 1.

Содержание

1. Общие положения	4
2. Требования к результатам работы	5
3. Примерная тематика курсовых работ	6
4. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы	7
4.1 Структура и рекомендации по выполнению типовых курсовых работ	7
Исходные данные и выбираемые параметры	8
Построение внешней скоростной характеристики	10
Построение лучевой диаграммы	12
Построение тяговой характеристики автомобиля	13
Построение графика силового баланса	16
Построение динамической характеристики автомобиля	17
Определение ускорения автомобиля	18
Построение графиков обратного ускорения	19
Определение времени и пути разгона автомобиля	19
Тормозной и остановочный пути	21
4.2. Методические указания по проведению этапов работы	22
4.3 Требования по оформлению курсовой работы	23
5. Список используемых источников	27
Приложение А – Образец титульного листа курсовой работы	30

1. Общие положения

Курсовая работа представляет собой самостоятельную и углубленную разработку одной из конкретных тем или проблем учебной дисциплины.

Цель выполнения курсовой работы – приобретение навыков эффективного применения знаний по тягово-скоростному расчету автомобилей различных классов.

При выполнении курсовой работе по дисциплине «Эксплуатационные свойства транспортно-технологических машин» предполагается решить следующие задачи:

- 1 вооружить студента практическими навыками расчета тягово-скоростных характеристик автомобиля;
- 2 научить студента использовать современную нормативно-правовую и техническую информацию;
- 3 привить навыки проверки расчетов.

2. Требования к результатам работы

После изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты:

знать:

- основы движения АТС и критериев качества эксплуатационных свойств при реализации рабочих процессов транспортно- технологических машин;

уметь:

- контролировать и оценивать параметры качества эксплуатационных свойств транспортно-технологических машин при выполнении работ ТО и ремонта АТС;

владеть:

- навыками по формированию критериев качества, необходимых для оценки сохраняемости эксплуатационных свойств АТС в процессе их эксплуатации.

3. Примерная тематика курсовых работ

1. Тягово-экономический расчет автомобиля ВАЗ 2110.
2. Тягово-экономический расчет автомобиля ВАЗ 21180.
3. Тягово-экономический расчет автомобиля НеФАЗ 3299.
4. Тягово-экономический расчет автомобиля НеФАЗ 52998.
5. Тягово-экономический расчет автомобиля КАМАЗ 54901.
6. Тягово-экономический расчет автомобиля КАМАЗ 4310.
7. Тягово-экономический расчет автомобиля ГАЗ 2705.
8. Тягово-экономический расчет автомобиля УАЗ 450.
9. Тягово-экономический расчет автомобиля УАЗ 3160.
10. Тягово-экономический расчет автомобиля ГАЗ 3110.

4. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы

4.1 Структура и рекомендации по выполнению типовых курсовых работ

Тема 1. Тягово-экономический расчет автомобиля

План работы:

Введение

1. Тягово-экономический расчет автомобиля
 - 1.1. Исходные данные и выбираемые параметры
 - 1.2. Построение внешней скоростной характеристики
 - 1.3. Построение лучевой диаграммы
 - 1.4. Построение тяговой характеристики автомобиля
 - 1.5. Построение графика силового баланса
 - 1.6. Построение динамической характеристики автомобиля
2. Определение ускорения автомобиля
 - 2.1. Построение графиков обратного ускорения
 - 2.2. Определение времени и пути разгона автомобиля
3. Топливная экономичность (путевой расход топлива)
4. Тормозной и остановочный пути

Вывод

1. Тягово-экономический расчет автомобиля

Тягово-экономический расчет автомобиля позволяет получить данные, по которым можно судить о тяговых (движение с равномерной скоростью), разгонных (движение с ускорением) и тормозных (движение с замедлением) свойствах автомобиля, а также его топливной экономичности.

Тяговые и разгонные свойства автомобиля определяют только при максимальной подаче топлива. Разгонные и тормозные свойства рассчитывают только для горизонтального участка дороги с хорошим покрытием (в некоторых заданиях допускается принимать с соответствующим обоснованием повышенное значение коэффициента сопротивления дороги).

Время и путь разгона определяют при разгоне до скорости, равной 0,95 от максимальной скорости с последовательным переключением передач, причем расчет начинают с передачи, обеспечивающей наибольшие ускорения, а режимы переключения передач принимают соответствующими тем значениям скоростей движения, при которых пересекаются кривые ускорений для двух соседних передач. Топливную экономичность определяют только для равномерного движения на высшей передаче.

Тягово-экономический расчет автомобиля можно выполнять при использовании компьютера и компьютерных программ.

Исходные данные и выбираемые параметры

Будем считать заданными: тип автомобиля, его назначение и область использования, грузоподъемность или пассажироместимость; максимальную скорость; тип двигателя (карбюраторный, дизель и др.), тип трансмиссии (механическая, гидромеханическая и т. д.); колесную формулу.

В ходе выполнения расчетно-графической работы выбирается и рассчитывается ряд параметров проектируемого автотранспортного средства и составляется таблица 1.

Таблица 1
Основные параметры автомобиля (марка)

Параметры	Обозначение	Размерность	Значение
Полная масса	M_a	кг	
Грузоподъемность	M_z	кг	
Двигатель			
Максимальный крутящий момент	$M_{e\max}$	Н×м	
Угловая частота вращения коленвала двигателя при максимальном крутящем моменте	$\omega_M(n_M)$	рад/с (об/мин)	
Максимальная мощность двигателя	$N_{e\max}$	кВт	
Угловая частота вращения коленвала двигателя при максимальной мощности	$\omega_N(n_N)$	рад/с (об/мин)	
Коробка передач			
Передаточные числа КПП:			
II	i_{k1}	-	
III	i_{k2}	-	
IV	i_{k3}	-	
V	i_{k4}	-	
VI	i_{k5}	-	
	i_{k6}	-	
Передаточное число главной передачи	i_{k0}	-	
Максимальная скорость тягача	V_0^{\max}	км/ч	
КПД трансмиссии	η_T	-	
Аэродинамический коэффициент обтекаемости	κ	Н×с ² /м	
Габаритные размеры:			
высота	h	мм	
ширина	B	мм	
длина	l	мм	

Полную массу грузового автомобиля определяют как сумму масс снаряженного автомобиля, груза по номинальной грузоподъемности и пассажиров по числу мест в салоне, включая водителя.

Для легковых автомобилей КПД трансмиссии $\eta_m = 0,9 \dots 0,92$, для грузовых обычной проходимости $\eta_m = 0,85 \dots 0,88$, для грузовых автомобилей повышенной проходимости $\eta_m = 0,8 \dots 0,85$.

Коэффициент обтекаемости можно принимать равным 0,25 – для легковых автомобилей с закрытым кузовом 0,45 – для легковых автомобилей с открытым кузовом, 0,55...0,65 – для грузовых автомобилей, 0,5 – для автобусов с кузовом вагонного типа.

Построение внешней скоростной характеристики

Внешней скоростной характеристикой двигателя называется зависимость эффективной мощности и эффективного крутящего момента от частоты вращения коленвала двигателя при полной подачи топлива.

Внешняя скоростная характеристика двигателя имеет следующие характерные точки

1) ω_{min} – минимально устойчивая угловая частота вращения коленвала двигателя, рад/с;

$$\omega_{min} = 0.2 \times \omega_N \quad (1)$$

2) ω_M – угловая частота вращения коленвала двигателя, соответствующая максимальному крутящему моменту, рад/с;

3) ω_N – угловая частота вращения коленвала двигателя, соответствующая максимальной мощности, рад/с;

4) $\omega_{огр}$ – угловая частота вращения коленвала двигателя, при которой срабатывает ограничитель или регулятор (дизель) частоты вращения коленвала двигателя, рад/с;

$$\omega_{огр} = (0,8 \div 0,9) \times \omega_N \quad (2)$$

Текущее значение мощности определяется по формуле

$$N_e = N_{e \max} \times \left[a \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right) + b \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (3)$$

где N_e –

значение эффективной мощности двигателя при заданной угловой частоте вращения двигателя ω_e , кВт; $N_{e_{max}}$ – максимальная мощность, кВт; ω_e – угловая частота вращения коленвала двигателя, рад/с; ω_N – обороты вращения коленвала при максимальной мощности, рад/с; a, b, c – постоянные коэффициенты, зависящие от конструкции двигателя.

Для двигателя снабженного ограничителем или регулятором (дизель) частоты вращения коленвала двигателя, коэффициенты a, b, c вычисляются по формулам

$$a = 1 - \frac{M_{зап}}{100} \times \frac{K_\omega \times (2 - K_\omega)}{(K_\omega - 1)^2} \quad (4)$$

$$b = 2 \times \frac{M_{зап}}{100} \times \frac{K_\omega}{(K_\omega - 1)^2} \quad (5)$$

$$c = \frac{M_{зап}}{100} \times \left(\frac{K_\omega}{K_\omega - 1} \right)^2 \quad (6)$$

где $M_{зап}$ – запас крутящего момента, %; K_ω – коэффициент приспособляемости по частоте.

Пределы изменения нагрузки на двигатель, соответствующей его устойчивой работе, т.е. способности автоматически приспособливаться к изменениям нагрузки на колеса оценивают запасом крутящего момента

$$M_{зап} = \left(\frac{M_{e_{max}} - M_{e_N}}{M_{e_N}} \right) \times 100\% \quad (7)$$

Где $M_{e_{max}}$ – максимальный крутящий момент, Н×м; M_{e_N} – крутящий момент при максимальной мощности, Н×м.

Крутящий момент при максимальной мощности

$$M_{e_N} = 1000 \times \frac{N_{e_{max}}}{\omega_N} \quad (8)$$

Отношение $K_\omega =$

$\frac{\omega_N}{\omega_{M_{max}}}$ называют коэффициент приспособляемости по частоте. Практика показывает, что чем больше коэффициент K_ω , тем шире диапазон устойчивой работы двигателя, при этом улучшается топливная экономичность автомобиля.

Крутящий момент двигателя определяется по формуле

$$M_e = 1000 \times \frac{N_e}{\omega_e} \quad (9)$$

Тяговая мощность определяется по формуле

$$N_T = N_e \times \eta_T \quad (10)$$

η_T - КПД трансмиссии.

Рассчитанные значения мощности и крутящего момента записываем в таблицу 2.

Таблица 2 Данные для построения внешней скоростной характеристики

ω_e	рад/с	ω_{min}	ω_1	ω_2	ω_M	ω_3	$\omega_{огр}$	ω_4	ω_N
N_e	кВт								
M_e	Н×м								
N_T	кВт								

Примечание. Угловые частоты вращения коленвала двигателя ω_1, ω_2 , ω_3 и ω_4 задаются самостоятельно.

Построение лучевой диаграммы

Перед построением силового и мощностного баланса следует найти связь между угловой частотой вращения коленвала двигателя и скоростью автомобиля на всех передачах. Для этого строится лучевая диаграмма.

Лучевой диаграммой называется зависимость скорости автомобиля от частоты вращения коленчатого вала двигателя при постоянном значении передаточного числа. Лучевая диаграмма строится для каждой передачи.

Диаграмму строят исходя из условия

$$V_0^{max} = 3.6 \times \frac{r_k \times \omega_e}{i_k \times i_0} \quad (11)$$

Где r_k - радиус качения колеса; ω_e - частота вращения коленвала двигателя, рад/с; i_k - передаточное число передачи; i_0 - передаточное число главной передачи.

Кинематический радиус определяют при условии максимальной скорости автомобиля и номинальных оборотах двигателя на высшей передаче

в метрах

$$r_k = \frac{\left(\frac{v_0^{max}}{3.6}\right) \times i_{k6} \times i_0}{\omega_N} \quad (12)$$

Графики скоростей на различных передачах в зависимости от угловой частоты выходят из начала координат, представляют собой прямые, поэтому в качестве ω_e удобно принять $\omega_e = \omega N$

Результаты расчета лучевой диаграммы

Таблица 3

Передача	I	II	III	IV	V	VI
i_k						
i_{k0}						
$\omega_e, \text{рад/с}$						
$r_k, \text{м}$						
$v_{max}, \text{км/ч}$						

По результатам расчетов построим лучевую диаграмму

Построение тяговой характеристики автомобиля

Тяговая характеристика или мощностной баланс показывает распределение мощности на всех передачах по отдельным видам сопротивлений

$$N_e = N_w + N_{\psi} + N_j + N_T, \text{ кВт}; \quad (13)$$

где N_w -

мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха, кВт; N_{ψ} -

мощность, затрачиваемая на преодоление суммарного дорожного сопротивления

, кВт; N_j - мощность, затрачиваемая на преодоление инерции, кВт; N_T -

потери мощности в трансмиссии, кВт.

Составляющие мощностного баланса зависят от скорости автомобиля. Связь между частотой вращения коленвала и скоростью автомобиля можно найти по лучевой диаграмме.

Разность между мощностью двигателя и мощностью на ведущих колесах представляет собой мощность механических потерь (см. табл. 2). Значения N_e и N_T заносим в таблицу 4 для всех передач.

Потери мощности на преодоление сопротивления воздуха определяем

по формуле

$$N_w = \frac{k \times F \times V^3}{1000} \quad (14)$$

где k – коэффициент обтекаемости; v – скорость автомобиля, м/с; F – лобовое сечение автомобиля, м².

Для легковых автомобилей лобовое сечение определяется по формуле

$$F = 0,8 \times B \times h, \quad (15)$$

для грузовых автомобилей

$$F = B \times h, \quad (16)$$

где B – колея (ширина) автомобиля, м; h – высота автомобиля, м.

Значения N_w при различных скоростях заносим в таблицу 5.

Величину мощности суммарного дорожного сопротивления можно найти по формуле

$$N_\psi = \frac{R_a \times v}{1000} \times \psi = \frac{R_a \times v}{1000} \times (f \pm i) \quad (17)$$

Где R_a – полный вес транспортного средства, кг; v – скорость транспортного средства, м/с; ψ – суммарный коэффициент дорожного сопротивления; i – коэффициент сопротивления подъему (при построении мощностного баланса принимаем $i = 0$, т. к. рассматриваем движение по горизонтальному участку дороги); f – коэффициент сопротивления качению.

Полный вес транспортного средства определим

$$R_a = M_a \times g. \quad (18)$$

Коэффициент сопротивления качению для легковых автомобилей определяется по формуле

$$f = f_0 \times \left(1 + \frac{v^2}{3000}\right) \quad (19)$$

для грузовых

$$f = f_0 \times \left(1 + \frac{v^2}{2500}\right) \quad (20)$$

Где f_0 - коэффициент сопротивления качению при малой скорости.

Оптимальное значение коэффициента сопротивления качения при малой скорости для легкового автомобиля определяется по формуле

$$f_0 = \left(N_e^{max} \times \eta - \frac{k \times F \times V_{max}^3}{1000}\right) \times \frac{1000}{R_a \times V_{max} \times \left[1 + \frac{V_{max}^2}{3000}\right]} \quad (21)$$

Для грузового

$$f_0 = \left(N_e^{max} \times \eta - \frac{k \times F \times V_{max}^3}{1000}\right) \times \frac{1000}{R_a \times V_{max} \times \left[1 + \frac{V_{max}^2}{2500}\right]} \quad (22)$$

Значения N_{ψ} при различных скоростях заносим в таблицу 5.

В таблице 5 дополнительно рассчитываем суммарные потери мощности N_{Σ} на преодоление сопротивления воздуха и дорожных сопротивлений.

Таблица 4

Результаты расчета мощностного баланса

	i_k	ω_e , рад/с							
I		v, км/ч							
		N_e , кВт							
		N_T , кВт							
II		v, км/ч							
		N_e , кВт							
		N_T , кВт							
III и т.д.		v, км/ч							
		N_e , кВт							
		N_T , кВт							

Таблица 5

Результаты расчета мощностного баланса

v, км/ч								
N_{ψ} , кВт								
N_w , кВт								
N_{Σ} , кВт								

По результатам расчетов (табл.4) и (табл.5) строим график

мощностного баланса.

Построение графика силового баланса

Силовой баланс показывает распределение полной окружной силы на ведущих колесах по отдельным видам сопротивлений

$$P_k = P_w + P_{\psi} + P_j, \text{ Н}; \quad (23)$$

Где P_w – сила сопротивления воздуха, Н; P_{ψ} – сила суммарного дорожного сопротивления, Н; P_j – сила сопротивления инерции, Н.

Полная окружная сила на всех передачах определяется по формуле

$$P_k = \frac{M_e \times i_k \times i_0 \times \eta_T}{r_k} \quad (24)$$

Сила суммарного дорожного сопротивления определяется по формуле

$$P_{\psi} = R_a \times \psi = R_a \times (f \pm i), \text{ Н}; \quad (25)$$

где R_a – полный вес автомобиля; f – коэффициент сопротивления качению; $i=0$ – коэффициент сопротивления подъему (горизонтальный участок дороги).

Сила сопротивления воздуха находит по формуле

$$P_w = \kappa \times F \times v^2, \text{ Н}; \quad (26)$$

где κ – коэффициент обтекаемости; v – скорость автомобиля, м/с; F – площадь поперечного сечения, м².

Рассчитанные значения сил P_k, P_w, P_{ψ} заносим в таблицы би 7.

Максимально возможная скорость автомобиля определяется точкой пересечения графика P_k для высшей передачи с кривой суммарного сопротивления.

Результаты расчета силового баланса

V, км/ч								
P_w, H								
P_ψ, H								
P_Σ, H								

Таблица 7

	i_k	$\omega_e, \text{рад/с}$						
I		v, км/ч						
		$P_{кв}, H$						
II		v, км/ч						
		$P_{кв}, H$						
III и т.д.		v, км/ч						
		$P_{кв}, H$						

Поданным таблиц 6 и 7 строим график силового баланса.

Построение динамической характеристики автомобиля

Динамическая характеристика представляет собой зависимость динамического фактора D от скорости автомобиля v

$$D = f(v). \quad (27)$$

Динамический фактор определяется по формуле

$$D = \frac{P_K - P_W}{R_a} = \frac{P_{CB}}{R_a} \quad (28)$$

Где P_K - полная окружная сила, Н; P_W - сила сопротивления воздуха, Н; $P_{CB} = P_K - P_W$ - свободная сила тяги, Н; $R_a = M_a \times g$ - суммарная нормальная опорная реакция всех колес автомобиля. По графику силового баланса находим значение P_{CB} . Полученные значения динамического фактора при определенной скорости автомобиля заносим в таблицу 8.

При равномерном движении $D = \psi$, в этом случае динамический фактор определяет дорожное сопротивление, которое может преодолевать транспортное средство на соответствующей передаче при определенной скорости $D = \psi = f \pm i$, где i - коэффициент сопротивления подъему (в расчетах принимается $i = 0$), f - коэффициент сопротивления качению.

Расчетные значения f заносим в таблицу 9.

Таблица 8
Результаты расчета динамического фактора

	i_k	$\omega_e, \text{рад/с}$							
I		$v, \text{км/ч}$							
		D_1							
II		$v, \text{км/ч}$							
		D_2							
III и т.д.		$v, \text{км/ч}$							
		D_3							

Таблица 9
Результаты расчета коэффициента сопротивления качения

$v, \text{км/ч}$								
f								

По данным табл. 9 строим график $f = f(v)$, где пересечение кривой $f = f(v)$ с кривой $D = f(v)$ даст максимальную скорость автомобиля.

Определение ускорения автомобиля

Величину ускорения можно определить по формуле

$$i = (D - \psi) \times \frac{g}{\delta} \quad (29)$$

где величину $(D - \psi)$ можно определить по динамической характеристике

$$D - \psi = D - f \pm i$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2 ; δ – коэффициент учета вращающихся масс, его величину определяют по эмпирической формуле $\delta = 1,04 + 0,04 \times i^2$.

Расчетные значения d_{ij} на различных передачах заносим в табл. 10.

Таблица 10

Результаты расчета ускорения

δ	i_k	$\omega_e, \text{рад/с}$							
		$v, \text{км/ч}$							
		j_1							
		$v, \text{км/ч}$							
		j_2							
и т.д.		$v, \text{км/ч}$							
		j_3							

Построение графиков обратного ускорения

Время и путь разгона следует определять графоаналитическим методом. Для определения времени разгона строится график величин, обратных ускорениям. Поскольку величина, обратная ускорению, при скорости, близкой к максимальной имеет большое значение, построение следует ограничить скоростью

$$V = 0.8 \times V_{max} \quad (30)$$

По данным таблицы 10 считаем значения обратных ускорений $1/j$, $\text{с}^2/\text{м}$ и заносим их в таблицу 11.

Таблица 11

Результаты расчета обратного ускорения

δ	i_k	$\omega_e, \text{рад/с}$							
		$v, \text{км/ч}$							
		$1/j_1$							
		$v, \text{км/ч}$							
		$1/j_2$							
и т.д.		$v, \text{км/ч}$							
		$1/j_3$							

Определение времени и пути разгона автомобиля

Для определения времени разгона график обратных ускорений разбивают на ряд интервалов скоростей, в каждом из которых определяются площадь, заключенная между кривой величин, обратных ускорению и осью абсцисс — это площадь F_i времени движения.

Время движения на каждом участке определяются по формуле:

По таблице 13 найдем суммарное значение пройденного пути S_{Σ} .

Тормозной и остановочный пути

Оценка тормозных свойств автомобиля в курсовой работе проводится расчетом только для экстренного торможения одиночного автомобиля до полной остановки на сухом горизонтальном участке асфальтированного шоссе при холодных тормозных механизмах и отсоединенном двигателе. Для этих условий строятся графики тормозного и остановочного путей по следующим зависимостям

$$S_t = V_0 \left(t_3 + \frac{t_H}{2} \right) + \frac{V_0^2}{2g\varphi_x} \quad (33)$$

$$S_o = S_t + v_0 t_{pe}. \quad (34)$$

Рекомендуется принимать следующие значения параметров: $t_3=0,1$ с- для гидропривода, $t_3=0,2$ с- для пневмопривода; $t_H=0,4$ с- для легковых автомобилей, $t_H=0,6$ с - для грузовых автомобилей полной массой от 3,5 до 12,0т, $t_{pe}=0,8$ с- время реакции водителя. В расчетах следует брать $\varphi_x=0,7$ для легковых автомобилей и $\varphi_x=0,6$ для грузовых автомобилей. Результаты расчета заносим в таблицу 15, при чем установившееся замедление будет равно

$$j_{уст} = g\varphi_x \quad (35)$$

Таблица 15

Результаты расчета тормозного и остановочного пути

v_0	м/с	$v_0 \approx 2$ м/с				$v_0 \max$
S_t	м					
S_o	м					

По данным табл. 15 строим график, на котором наносим значение S_t при $v_0=60$ км/ч. Все полученные графики при расчете тягово- динамических параметров автомобиля приводятся на одном листе миллиметровки.

Курсовые работы должны быть выполнены студентами по аналогии со структурой работы представленной выше и отвечать тем же требованиям

4.2. Методические указания по проведению этапов работы

Подбор литературы

Изучение литературы по выбранной теме целесообразно начинать с просмотра нескольких учебников. Это позволит получить общее представление о вопросах исследования. Недопустимо написание работы только на основе учебной литературы. Необходимо использование дополнительной литературы с годом выпуска не более 5 лет на год написания курсовой работы.

Работа над текстом курсовой работы

После того, как работа по подбору источников завершена и имеется определенное представление об избранной теме, можно составить предварительный план. План курсовой работы должен включать введение, основную часть, заключение, список литературы и приложения. Рекомендуемая структура плана в соответствии с темами приведена выше.

Оформление курсовой работы

Тщательно отредактированный и вычитанный после написания (печати) текст курсовой работы необходимо правильно оформить. Курсовая работа сдается в печатном виде и электронном носителе.

Нумерация страниц начинается с титульного листа. На титульном листе курсовой работы должна содержаться следующая информация: наименование вуза, кафедра, по которой выполняется работа, название темы, аббревиатура студенческой группы, фамилия и инициалы студента, фамилия и инициалы научного руководителя, а также его ученая степень и должность, город и текущий год. (см. *Приложение № 1*).

Общие правила оформления представлены в соответствующем пункте ниже и в ГОСТ 7.32.2017.

Основные требования, предъявляемые к курсовой работе

Соответствие курсовой работы предъявляемым требованиям является составной частью оценки за курсовую работу. Оценка на соответствие

проводится преподавателем и в случае выявления недостатков работа возвращается студенту на доработку.

Общие критерии оценки курсовой работы:

Неправильно оформленная работа не принимается.

Неудовлетворительная оценка ставится за работу, переписанную с одного или нескольких источников.

Удовлетворительная оценка ставится за работу выполненный без учета НПА, но содержащий все рекомендуемые разделы.

Оценка «Хорошо» ставится в случае если в работе допущены неточности, не позволяющие объективно оценить его эффективность и значимость, однако все рекомендуемые разделы выполнены на высоком уровне.

Отличная оценка ставится за работу соответствующую современным НПА, в случае когда расчет выполнен в полном объеме, полученные данные соответствуют действительности.

4.3 Требования по оформлению курсовой работы

Требуемый объем курсовой работы составляет 30-35 страниц машинописного текста, отпечатанного на листах белой бумаги форматом А4 (210×297 мм) через 1,5 интервала. Размер шрифта – 12-14 пунктов. Использование в курсовой работе цветowych выделений (текст, рисунки) не допускается.

Рекомендуется оформлять курсовую работу чернилами черного цвета. Текст курсовой работы следует писать, соблюдая следующие размеры полей: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, причем рамку с указанным размером полей вычерчивать не следует. Опечатки, описки, графические неточности закрашивают белой краской и исправляют.

Текст делят на разделы, которые соответствующим образом нумеруются. Заголовки разделов пишутся прописными буквами симметрично тексту. Точку в

конец заголовка не ставят. Заголовки не подчеркиваются. Перенос слов в заголовках не допускается. Каждый раздел начинается с новой страницы.

Страницы нумеруются арабскими цифрами. Титульный лист включается в общую нумерацию, но номер на нем не ставится. На следующих страницах номер проставляется в правом верхнем углу. Разделы нумеруются арабскими цифрами с точкой в конце.

Уравнения и формулы следует выделять в тексте отдельными строками. Если формула не умещается в одну строку, то она должна быть перенесена после знаков равенства (=), плюса (+), минуса (-), умножения (\times) и деления (:).

Сначала формула пишется в буквенном выражении, затем в нее подставляются численные значения величин и без промежуточных вычислений дается ответ.

Пояснение значений символов и числовых значений коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа следует давать с новой строки.

Первую строку начинают со слова «где» без двоеточия. Цифровой материал рекомендуется оформлять в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок.

Заголовок и слово «Таблица» начинаются с прописной буквы. Заголовок не подчеркивается. Заголовки граф таблицы должны начинаться с прописных букв, подзаголовки – со строчных, если они являются продолжением заголовка, и с прописных, если они самостоятельные

Графическое оформление чертежей должно отвечать основным требованиям, известным студентам из курса инженерной графики: все чертежи выполняются карандашом с помощью чертежных инструментов или с помощью САД систем на листах формата А2. Приветствуется выполнение чертежей на

компьютере с использованием программ компьютерной графики и с последующей печатью чертежа.

Печать чертежей всех форматов производится на плоттере, чертежей форматов А3 и А4 - на принтере (лазерном или струйном).

При выполнении чертежей необходимо соблюдать требования стандартов, касающиеся правил изображения видов, разрезов и сечений, условных изображений типовых деталей и их элементов (болтов, зубчатых колес и т.д.), начертания и толщины линий в зависимости от их назначения (контурные, размерные, основные и т.п.) и др.

Чертеж должен сопровождаться стандартной основной надписью, которая размещается в правом нижнем углу чертежа. Технические требования помещают на поле чертежа над основной надписью в виде столбца, по ширине не превышающего основной надписи.

Каждая позиция технических требований нумеруется и начинается с новой строки. Запись ведется сверху вниз. Технические требования содержат сведения, не отраженные на чертеже.

Нумерация таблиц производится последовательно в пределах всей курсовой работы. Если в записке одна таблица, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут. Допускается переносить таблицу на другой лист, при этом над перенесенной частью таблицы пишут «Продолжение табл. 1» (если несколько листов) или «Окончание табл. 1» (на последней странице таблицы). Если цифровые или иные данные в какой-либо графе таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк (пустых граф быть не должно).

Иллюстрации обозначаются словом «Рисунок» и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах всей работы. Иллюстрация должна иметь наименование, которое располагается под ней. При необходимости иллюстрации снабжают поясняющими данными, которые также располагают под иллюстрацией. Если в курсовой работе приведена одна

иллюстрация, то ее не нумеруют и слово «Рисунок» не пишут. Ниже приведен пример оформления иллюстраций.

При ссылках на литературу указывается порядковый номер источника, выделенный двумя квадратными скобками, например [4]. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте работы. ГОСТ 7.1-2003 предусматривает сокращенное оформление библиографической ссылки, когда ссылка необходима только для поиска цитируемого документа. В этом случае допускается опускать отдельные обязательные элементы при условии, что оставшийся набор элементов обеспечит поиск документов.

5. Список используемых источников

Основная литература

1. Вахламов, В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства : учебник для ВУЗов / В.К. Вахламов. – М. : Академия, 2005. – 240 с.
2. Вахламов, В.К. Автомобили: основы конструкции : учебник для ВУЗов / В.К. Вахламов. – М. : Академия, 2004. – 528 с.
3. Нарбут, А.Н. Автомобили: рабочие процессы и расчёт механизмов и систем: : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.Н. Нарбут. – 2-е изд., испр. – М. : Академия, 2008. – 256 с.
4. Пузанков, А.Г. Автомобили : конструкция, теория и расчет : учебник для студ. учреждений сред. Проф. образования / А.Г. Пузанков. – М. : Академия, 2007. – 544 с.

Дополнительная литература

Учебные и научные издания

1. Вахламов, В.К. Автомобили: теория и конструкция автомобиля и двигателя : учебник для СПО / В.К. Вахламов, М.Г. Шатров, А.А. Юрчевский ; под ред. А.А. Юрчевского. – 4-е изд., стер. – М. : Академия, 2008. – 816 с.
2. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов : учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / Б.С. Васильев, Б.П. Долгополов, Г.Н. Доценко ; под ред. В.А. Зорина. - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2008. - 512 с.
3. Автомобили : учеб. пособие / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский [и др.] ; под ред. А.В. Богатырева. - М.: КолоС, 2005. - 496 с.
4. Пузанков, А.Г. Автомобили: устройство автотранспортных средств : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.Г. Пузанков. - 6-е изд., испр. - М. : Академия, 2010. - 560 с.

Периодические издания

1. За рулем: популярное издание об автомобилях и автомобилестроении/ Учредитель ООО «За рулем». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2009-2021 гг.

2. АТП (Автотранспортное предприятие): отраслевой научно-производственный журнал/ Учредитель ЗАО «НПП Транснавигация». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2010-2013 гг.

3. АБС-Авто (Автомобиль и сервис): популярный журнал об автосервисе/Учредитель ООО «АБС». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2010-2015 гг.

Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Сафиуллин Р. Н., Керимов М. А., Валеев Д. Х. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин Санкт-Петербург : Лань, 2019	https://e.lanbook.com/book/113915	Сеть Интернет / авторизованный
Основная литература	Скутнев В. М. Эксплуатационные свойства автомобиля Тольятти : ТГУ, 2011	https://e.lanbook.com/book/139617	Сеть Интернет / авторизованный
дополнительная	Фурман, А. С. Автомобили. Теория эксплуатационных свойств : учебное пособие / А. С. Фурман, А. В. Кудреватых. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — 113 с.	https://www.iprbooks.hop.ru/116557.html	Сеть Интернет / авторизованный
дополнительная	Шасси автомобиля. Элементы расчета и эксплуатационная надежность: метод указания по выполнению	http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=3153	Сеть Интернет / авторизованный

	курсового проекта для студентов направления подготовки 23.03.03 профиль «Автомобильный сервис» / сост. М.Ю. Петухов, Е.В. Васькина; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016. – 25 с.		
периодическая	Вестник ПНИПУ. Транспорт. Транспортные сооружения. Экология [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2016 гг.	http://vestnik.pstu.ru/bgtrans/about/inf/	Сеть Интернет /авторизованный
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Конструкции и эксплуатационные свойства ТГТМО. Силовые агрегаты. Часть 1. Методические указания для лабораторных работ/ М.Ю. Петухов, Б.В. Галкин, А.М. Щелудяков; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.- 26с.	https://elib.pstu.ru/doc/view.php?fDocumentId=370	Сеть Интернет /авторизованный

Приложение А – Образец титульного листа курсовой работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Направление:

КУРСОВАЯ РАБОТА
**По дисциплине «Эксплуатационные свойства транспортно-
технологических машин»**
На тему: « »

Выполнил:

студент группы _____

И.О.Фамилия _____

(Подпись)

Руководитель:

(Подпись)

Курсовая работа допущена к защите «__» _____ 20__ г. _____

Курсовая работа защищена _____ «__» _____ 20__ г. _____