

**Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации**

**Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

А.А. Хохлов  
Д.Е. Молочников  
А.Л. Хохлов  
И.Р. Салахутдинов

**Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и**

**транспортно-технологических машин и комплексов:**

Методические рекомендации по выполнению курсового проектирования



**Димитровград - 2019**

УДК 629  
ББК 39.3  
Х - 86

**Хохлов, А.А.** Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов: Методические рекомендации по выполнению курсового проектирования / А.А. Хохлов, Д.Е. Молочников, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2019.- 81 с.

Рецензенты: Голубев Владимир Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ротанов Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Естественнонаучные и технические дисциплины», ПКИУПТ (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ ИМ. К.Г.РАЗУМОВСКОГО (ПКУ)»

Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов: Методические рекомендации по выполнению курсового проектирования для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Утверждено  
на заседании кафедры «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»  
Технологического института – филиала  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,  
протокол № 1 от 4 сентября 2019 г.

Рекомендовано  
к изданию методическим советом Технологического  
института – филиала  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ  
Протокол № 1 от 5 сентября 2019 г.

© Хохлов А.А., Молочников Д.Е., Хохлов А.Л., Салахутдинов И.Р., 2019  
© Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2019

## Оглавление

1 Расчет эксплуатационных показателей автомобиля.....	4
1.1 Расчет и выбор эксплуатационной мощности двигателя.....	4
1.2 Расчет показателей и построение внешней скоростной характеристики бензинового двигателя.....	8
1.2 Расчет показателей и построение регуляторной характеристики дизельного двигателя.....	11
2 Тягово - экономический расчет автомобиля.....	15
2.1 Расчет и выбор передаточных чисел агрегатов механической трансмиссии.....	15
2.2 Расчет скоростей автомобиля.....	18
2.3 Расчет динамического фактора и построение динамической характеристики автомобиля.....	19
2.4 Расчет путевого расхода топлива и построение экономической характеристики автомобиля.....	21
2.5 Расчет и построение графика ускорений автомобиля.....	23
3. Список использованной литературы.....	38
Приложение.....	45

# 1 РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ

Основной задачей расчета показателей эксплуатационных свойств автомобиля является подбор параметров шасси и двигателя, которые удовлетворяли бы требованиям, включенным в техническое задание на проектирование (модернизацию) автомобиля.

Исходными данными для выполнения первой части работы являются (Приложение 1: Табл. 1-5):

1. Тип и марка автомобиля (прототип автомобиля);
2. Грузоподъемность ( $G_{\Gamma}$  для грузовых автомобилей) или пассажироместимость ( $n_{\text{ч}}$  для легковых автомобилей).
3. Коэффициент грузоподъемности ( $\eta_G$ ).
4. Число передач ( $z$ ) переднего хода.
5. Максимальная скорость автомобиля на прямой передаче ( $v_{\text{max}}$ ) в заданных дорожных условиях.
6. Коэффициент суммарного дорожного сопротивления ( $\Psi$ ).

## 1.1 Расчет и выбор эксплуатационной мощности двигателя

### *Эксплуатационный вес автомобиля*

Эксплуатационный (полный) вес автомобиля:

- для грузового автомобиля

$$G = G_0 + G_{\Gamma}, \text{ Н,}$$

где  $G_0$  – собственный снаряженный вес автомобиля, Н;  $G_{\Gamma}$  – вес груза по номинальной грузоподъемности, Н.

Собственный вес снаряженного автомобиля можно определить через коэффициент грузоподъемности

$$G_0 = \frac{G_{\Gamma}}{\eta_G}, \text{ Н,}$$

где  $\eta_G$  – коэффициент грузоподъемности (по заданию).

Тогда полный вес грузового автомобиля

$$G = \frac{G_{\Gamma}}{\eta_G} + G_{\Gamma} = G_{\Gamma} \cdot \left( 1 + \frac{1}{\eta_G} \right), \text{ Н;}$$

- для легкового автомобиля

$$G = G_0 + G_{\text{ч}} \cdot n_{\text{ч}} + G_{\text{б}}, \text{ Н},$$

где  $G_{\text{ч}}$  – вес среднего человека ( $G_{\text{ч}}=750\text{Н}$ );  $n_{\text{ч}}$  – число пассажирских мест, включая и водителя;  $G_{\text{б}}$  – вес багажа, с учетом заправленных емкостей, Н (см. Приложение 5, таблицу П.5.6).

Тогда полный вес легкового автомобиля

$$G = (G_{\text{ч}} \cdot n_{\text{ч}} + G_{\text{б}}) \cdot \left(1 + \frac{1}{\eta_G}\right), \text{ Н}.$$

Для легковых автомобилей коэффициент грузоподъемности  $\eta_G = 0,25 \dots 0,40$ ; для грузовых автомобилей с колесной формулой 4×2  $\eta_G = 0,9 \dots 1,1$ ; для полноприводных автомобилей  $\eta_G = 0,8 \dots 0,9$ .

#### *Эксплуатационная мощность автомобильного двигателя*

Мощность автомобильного двигателя, необходимая для движения полностью груженого автомобиля с установившейся максимальной скоростью в заданных дорожных условиях, определяют по формуле

$$N_{e(\vartheta_{\max})} = \frac{\vartheta_{\max}}{3600 \cdot \eta_{\text{тр}}} \cdot \left( \Psi \cdot G + \frac{K \cdot F \cdot \vartheta_{\max}^2}{13} \right), \text{ кВт},$$

где  $\vartheta_{\max}$  – максимальная скорость автомобиля на прямой передаче в заданных дорожных условиях (по заданию), км/ч;  $\eta_{\text{тр}}$  – механический КПД трансмиссии, соответствующий кинематической схеме автомобиля-прототипа;  $\Psi$  – коэффициент суммарного дорожного сопротивления (по заданию);  $G$  – полный (эксплуатационный) вес автомобиля, равный  $G = M \cdot g$ , Н;  $M$  – полная масса автомобиля, кг;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $K$  – коэффициент обтекаемости автомобиля (принимают по таблице П.5.7 в зависимости от габаритной площади автомобиля  $F_{\Gamma} = B_1 \cdot H$ ,  $\text{м}^2$ , выбранной по таблице П.5.8);  $F$  – площадь лобового сопротивления автомобиля, определяемая по формулам:

- для грузовых автомобилей

$$F = B \cdot H, \text{ м}^2;$$

- для легковых автомобилей

$$F = \gamma \cdot B_1 \cdot H, \text{ м}^2,$$

где  $B$  – ширина колеи автомобиля, м;  $B_1$  – габаритная ширина автомобиля, м;  $H$  – габаритная высота автомобиля, м;  $\gamma$  – коэффициент заполняемости площади лобовой поверхности автомобиля ( $\gamma = 0,775 \dots 0,780$ ).

Величины  $B$ ,  $B_1$  и  $H$  выбирают по автомобилю-прототипу (см. Приложение 5, таблицы П.5.9 и П.5.10).

Используя кинематическую схему автомобиля-прототипа (см. приложение 6), подсчитывают механический КПД трансмиссии на высшей передаче (при движении с максимальной скоростью):

- механической трансмиссии

$$\eta_{\text{тр}} = \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{х}} = \eta_{\text{ц}}^{n_1} \cdot \eta_{\text{к}}^{n_2} \cdot \eta_{\text{д}}^m \cdot \eta_{\text{х}};$$

- гидромеханической трансмиссии

$$\eta'_{\text{тр}} = \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{г}} = \eta_{\text{ц}}^{n_1} \cdot \eta_{\text{к}}^{n_2} \cdot \eta_{\text{д}}^m \cdot \eta_{\text{х}} \cdot \eta_{\text{г}},$$

где  $\eta_{\text{н}}$  – КПД, учитывающий потери в трансмиссии при работе автомобиля под нагрузкой;  $\eta_{\text{х}}$  – КПД, учитывающий потери в трансмиссии при выбеге (потери холостого хода при передаче максимальной мощности можно принять  $\eta_{\text{х}} = 0,960 \dots 0,975$ );  $\eta_{\text{ц}}$ ,  $\eta_{\text{к}}$  – КПД, соответственно цилиндрической и конической пар шестерен ( $\eta_{\text{ц}} = 0,985 \dots 0,990$ ,  $\eta_{\text{к}} = 0,975 \dots 0,980$ );  $\eta_{\text{д}}$  – КПД, учитывающий потери в двигателе ( $\eta_{\text{д}} = 0,995 \dots 0,997$ );  $\eta_{\text{г}}$  – КПД, учитывающий потери в гидротрансформаторе ( $\eta_{\text{г}} \approx 0,85 \dots 1,0$ );  $n_1$ ,  $n_2$  – число пар соответственно цилиндрических и конических шестерен, находящихся в зацеплении на данной передаче (определяют по кинематической схеме автомобиля-прототипа);  $m$  – число ведущих колес.

Если расчеты выполнены верно, то полученные значения механического КПД трансмиссии должны попасть в интервалы:

- у полноприводных автомобилей  $\eta_{\text{тр}} = 0,80 \dots 0,85$ ;
- у тяжелых грузовых автомобилей  $\eta_{\text{тр}} = 0,85 \dots 0,88$ ;
- у средних грузовых и легковых автомобилей  $\eta_{\text{тр}} = 0,88 \dots 0,92$ .

Для обеспечения необходимых динамических качеств автомобиля в режиме средних эксплуатационных скоростей определяют максимальную мощность двигателя по формуле С.Р. Лейдермана

$$N_{e_{\max}} = \frac{N_{e(\vartheta_{\max})}}{C_1\lambda + C_2\lambda^2 - C_3\lambda^3}, \text{ кВт},$$

где  $C_1, C_2, C_3$  – эмпирические коэффициенты, зависящие от типа и конструкции двигателя (для карбюраторных двигателей, не имеющих ограничителя частоты вращения  $C_1 = C_2 = C_3 = 1$ ; для карбюраторных двигателей с ограничителем среднее значение  $\bar{C}_1 = 0,73, \bar{C}_2 = 1,45, \bar{C}_3 = 1,17$ ; для дизелей с центробежным регулятором частоты вращения  $\bar{C}_1 = 0,53, \bar{C}_2 = 1,56, \bar{C}_3 = 1,09$ );  $\lambda$  – соотношение частот вращения вала двигателя  $\lambda = n_{e(\vartheta_{\max})} / n_{e(N_{e_{\max}})}$ ;  $n_{e(\vartheta_{\max})}$  – частота вращения соответственно на режиме максимальной скорости автомобиля и на режиме максимальной мощности двигателя; у дизелей  $n_{e(N_{e_{\max}})} = n_{e_H} = n_{e_0}$ ;  $n_{e_H}$  – номинальная частота вращения;  $n_{e_0}$  – частота вращения, при которой срабатывает регулятор (ограничитель); у карбюраторных двигателей грузовых автомобилей ограничитель срабатывает при  $n_{e_0} = (0,8 \dots 1,0) \cdot n_{e(\vartheta_{\max})}$ , легковых автомобилей  $n_{e_0} = (1,0 \dots 1,3) \cdot n_{e(\vartheta_{\max})}$ ; для автомобилей с дизелем  $\lambda = 1,0$ ; для автомобилей с карбюраторным двигателем, оснащенным ограничителем частоты вращения коэффициент  $\lambda = 0,8 \dots 0,9$ , без ограничителя  $\lambda = 1,1 \dots 1,3$ .

Расчетное значение максимальной эффективной мощности округляют в сторону большего числа, которое должно соответствовать:

- для карбюраторных двигателей

$$N_{e_{\max}} = (1,05 \dots 1,10) \cdot N_{e(\vartheta_{\max})};$$

- для дизелей

$$N_{e_{\max}} = N_{e_H}.$$

## 1.2 Расчет показателей и построение внешней скоростной характеристики бензинового двигателя

Построение кривых скоростной характеристики ведется в интервале:

- для карбюраторных двигателей без ограничителя от  $n_{\min} = 600 \dots 1000 \text{ мин}^{-1}$  до  $n_{e_{\max}} = \lambda \cdot n_{e(N_{e_{\max}})}$ ;
- для карбюраторных двигателей с ограничителем от  $n_{\min} = 600 \dots 1000 \text{ мин}^{-1}$  до  $n_{e_{\max}} = n_{e_0} = n_{e(g_{\max})}$ .

По исходным данным внешней скоростной характеристики карбюраторного двигателя ( $n_{e_{\max}}$  и  $g_{eN_{\max}}$ ) и рассчитанной максимальной мощности ( $N_{e_{\max}}$ ) для заданной марки автомобиля подсчитывается эффективная мощность ( $N_{e_i}$ ), эффективный крутящий момент ( $M_{e_i}$ ), удельный эффективный расход топлива ( $g_{e_i}$ ) и часовой расход топлива ( $G_{T_i}$ ).

Расчетные (промежуточные) точки кривых внешней скоростной характеристики для карбюраторных двигателей определяют по формулам:

- эффективная мощность

$$N_{e_i}^{\text{BH}} = N_{e_{\max}} \cdot \frac{n_{e_i}}{n_{e(N_{e_{\max}})}} \cdot \left[ 1 + \frac{n_{e_i}}{n_{e(N_{e_{\max}})}} - \left( \frac{n_{e_i}}{n_{e(N_{e_{\max}})}} \right)^2 \right], \text{ кВт};$$

- эффективный крутящий момент

$$M_{e_i} = 9554 \cdot \frac{N_{e_i}^{\text{BH}}}{n_{e_i}}, \text{ Н} \cdot \text{ м};$$

- удельный эффективный расход топлива



$$g_{e_i} = g_{e(N_{e_{max}})} \cdot \left[ 1,2 - 1,2 \cdot \frac{n_{e_i}}{n_{e(N_{e_{max}})}} + \left( \frac{n_{e_i}}{n_{e(N_{e_{max}})}} \right)^2 \right], \text{ г/кВт} \cdot \text{ч};$$

- часовой расход топлива

$$G_{T_i} = g_{e_i} \cdot N_{e_i}^{BH} \cdot 10^{-3}, \text{ кг/ч.}$$

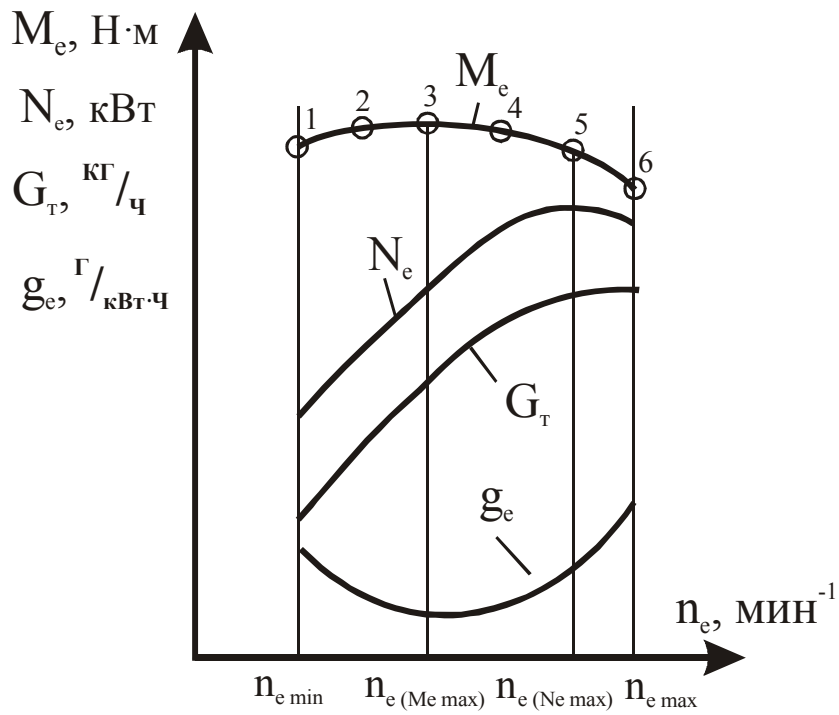
Число расчетных точек «i» по оборотам двигателя следует брать не менее шести: 1 –  $n_{e_{min}}$ , 2 –  $n_{e(M_{e_{max}})}$ , 3 – между  $n_{e_{min}}$  и  $n_{e(M_{e_{max}})}$ , 4 –  $n_{e(N_{e_{max}})}$ , 5 – между  $n_{e(M_{e_{max}})}$  и  $n_{e(N_{e_{max}})}$ , 6 –  $n_{e(\vartheta_{max})}$ .

Результаты расчетов показателей заносят в таблицу 1.1.

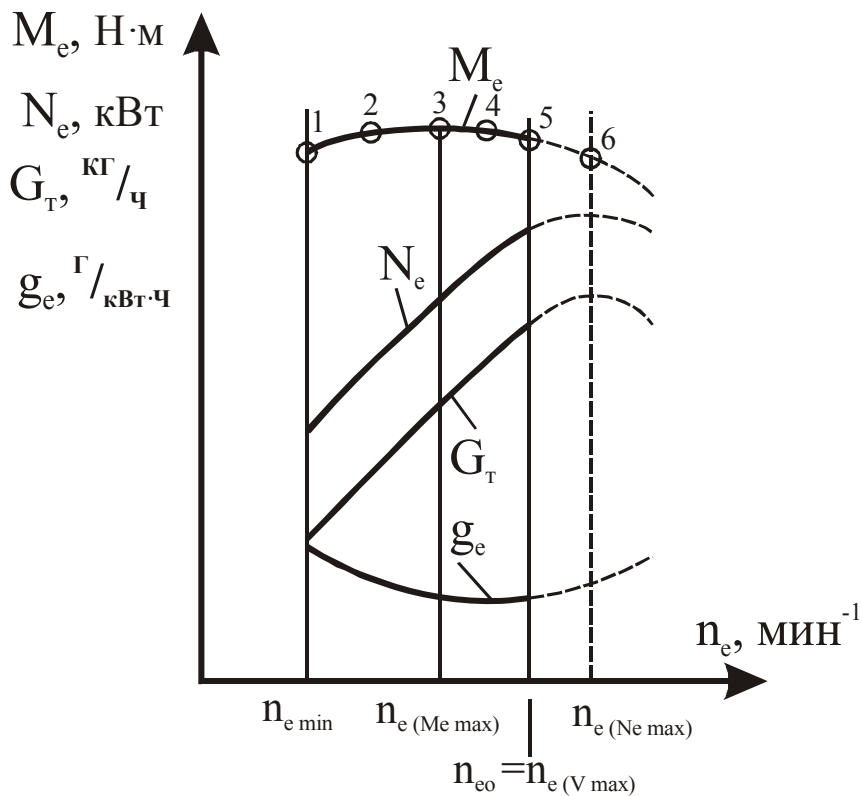
*Таблица 1.1 – Расчетные значения показателей скоростной характеристики карбюраторного двигателя*

Расчетные точки	Технико-экономические показатели двигателя				
	$n_{e_i}$ , мин <sup>-1</sup>	$N_{e_i}$ , кВт	$M_{e_i}$ , Н·м	$G_{T_i}$ , кг/ч	$g_{e_i}$ , г/кВт·ч
1					
2					
.					
.					
.					
i					

Пользуясь расчетными данными таблицы 1.1, строят внешнюю скоростную характеристику карбюраторного двигателя в функции от частоты вращения коленчатого вала (рисунок 1.1).



а)



б)

Рисунок 1.1 – Внешняя скоростная характеристика карбюраторного двигателя: а) без ограничителя; б) с ограничителем; 1, 2, 3, 4, 5, 6 – расчетные точки по частоте вращения коленчатого вала

## 1.2 Расчет показателей и построение регуляторной характеристики дизельного двигателя

Построение кривых регуляторной характеристики в *безрегуляторной зоне* ведется в интервале от  $n_{\min} = 800 \dots 1000 \text{ мин}^{-1}$  до  $n_{eH}$ .

По исходным данным регуляторной характеристики двигателя ( $n_{eH}$  и  $g_{eH}$ ) и рассчитанной номинальной мощности ( $N_{eH}$ ) для заданной марки автомобиля подсчитывается эффективная мощность ( $N_{ei}$ ), эффективный крутящий момент ( $M_{ei}$ ), удельный эффективный расход топлива ( $g_{ei}$ ) и часовой расход топлива ( $G_{Ti}$ ).

Расчетные точки кривых на *безрегуляторной ветви* регуляторной характеристики дизеля определяют по эмпирическим формулам:

- эффективная мощность

$$N_{ei}^{BH} = N_{eH} \cdot \frac{n_{ei}}{n_{eH}} \cdot \left[ b_1 + b_2 \cdot \frac{n_{ei}}{n_{eH}} - b_3 \cdot \left( \frac{n_{ei}}{n_{eH}} \right)^2 \right], \text{ кВт},$$

где  $b_1, b_2, b_3$  – коэффициенты, зависящие от типа и конструкции двигателя (для четырехтактных дизелей с предкамерой:  $b_1 = 0,6$ ,  $b_2 = 1,4$ ,  $b_3 = 1,0$ ; для четырехтактных дизелей с вихрекамерным смесеобразованием:  $b_1 = 0,7$ ,  $b_2 = 1,3$ ,  $b_3 = 1,0$ ; для четырехтактных дизелей с непосредственным впрыском:  $b_1 = 0,5$ ,  $b_2 = 1,5$ ,  $b_3 = 1,0$ ; для двухтактных дизелей:  $b_1 = 0,87$ ,  $b_2 = 1,13$ ,  $b_3 = 1,0$ );

- эффективный крутящий момент

$$M_{ei} = 9554 \cdot \frac{N_{ei}^{BH}}{n_{ei}}, \text{ Н} \cdot \text{ м};$$

- удельный эффективный расход топлива

$$g_{ei} = g_{eH} \cdot \left[ 1,55 - 1,55 \cdot \frac{n_{ei}}{n_{eH}} + \left( \frac{n_{ei}}{n_{eH}} \right)^2 \right], \text{ г/кВт} \cdot \text{ ч};$$

- часовой расход топлива

$$G_{T_i} = g_{e_i} \cdot N_{e_i}^{BH} \cdot 10^{-3}, \text{ кг/ч.}$$

Построение кривых регуляторной характеристики в *регуляторной зоне* ведется в интервале от  $n_{e_H}$  до  $n_{x.x.}$ .

Максимальную частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу определяют по формуле

$$n_{x.x.} = (1 + \delta_p) \cdot n_{e_H}, \text{ мин}^{-1},$$

где  $\delta_p$  – коэффициент неравномерности центробежного регулятора частоты вращения ( $\delta_p = 0,07 \dots 0,08$ ).

Максимальная частота вращения на холостом ходу  $n_{x.x.}$  превышает номинальную  $n_{e_H}$  в среднем на 7...8% или на 180...240 мин<sup>-1</sup>.

На *регуляторной ветви* регуляторной характеристики:

- изменение мощности  $N_{e_i}$  принимают по закону прямой линии от  $N_{e_H} = N_{e_{max}}$  (при  $n_{e_H}$ ) до  $N_e = 0$  (при  $n_{x.x.}$ );

- эффективный крутящий момент

$$M_{e_i}^{рег} = 9554 \cdot \frac{N_{e_i}^{рег}}{n_{e_i}}, \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Кривая крутящего момента опускается вниз от  $M_{e_H}$  (при  $n_{e_H}$ ) до  $M_e = 0$  (при  $n_{x.x.}$ );

- часовой расход топлива на режиме холостого хода дизеля

$$G_{T_{x.x.}} = (0,25 \dots 0,30) \cdot G_{T_{max}}, \text{ кг/ч,}$$

где  $G_{T_{max}}$  – максимальный часовой расход топлива, определяемый

по формуле  $G_{T_{max}} = g_{e_H} \cdot N_{e_H}^{BH} \cdot 10^{-3}, \text{ кг/ч.}$

Изменение часового расхода топлива  $G_{T_i}$  принимают по закону прямой линии от  $G_{T_{max}}$  (при  $n_{e_H}$ ) до  $G_{T_{x.x.}}$  (при  $n_{x.x.}$ );

- удельный эффективный расход топлива

$$g_{e_i} = \frac{G_{T_i}^{рег}}{N_{e_i}^{рег}} \cdot 10^3, \text{ г/кВт} \cdot \text{ч},$$

где  $G_{T_i}^{рег}$ ,  $N_{e_i}^{рег}$  – текущие (промежуточные) значения соответственно часового расхода топлива и эффективной мощности в регуляторной зоне.

Кривая удельного расхода топлива  $g_{e_i}$  поднимается вверх от  $g_{e_H}$  (при  $n_{e_H}$ ) по мере снижения нагрузки дизеля.

Индекс «i» – число расчетных точек по частоте вращения коленчатого вала (рекомендуемое число расчетных точек  $i = 10-12$ ).

Результаты расчетов показателей заносят в таблицу 1.2.

Пользуясь расчетными данными таблицы 1.2, строят регуляторную характеристику автомобильного дизеля в функции от частоты вращения коленчатого вала (рисунок 1.2).

*Таблица 1.2 – Расчетные показатели регуляторной характеристики дизеля*

Расчетные точки	Технико-экономические показатели дизеля				
	$n_{e_i}$ , мин <sup>-1</sup>	$N_{e_i}$ , кВт	$M_{e_i}$ , Н·м	$G_{T_i}$ , кг/ч	$g_{e_i}$ , г/кВт·ч
1					
2					
.					
.					
.					
i					

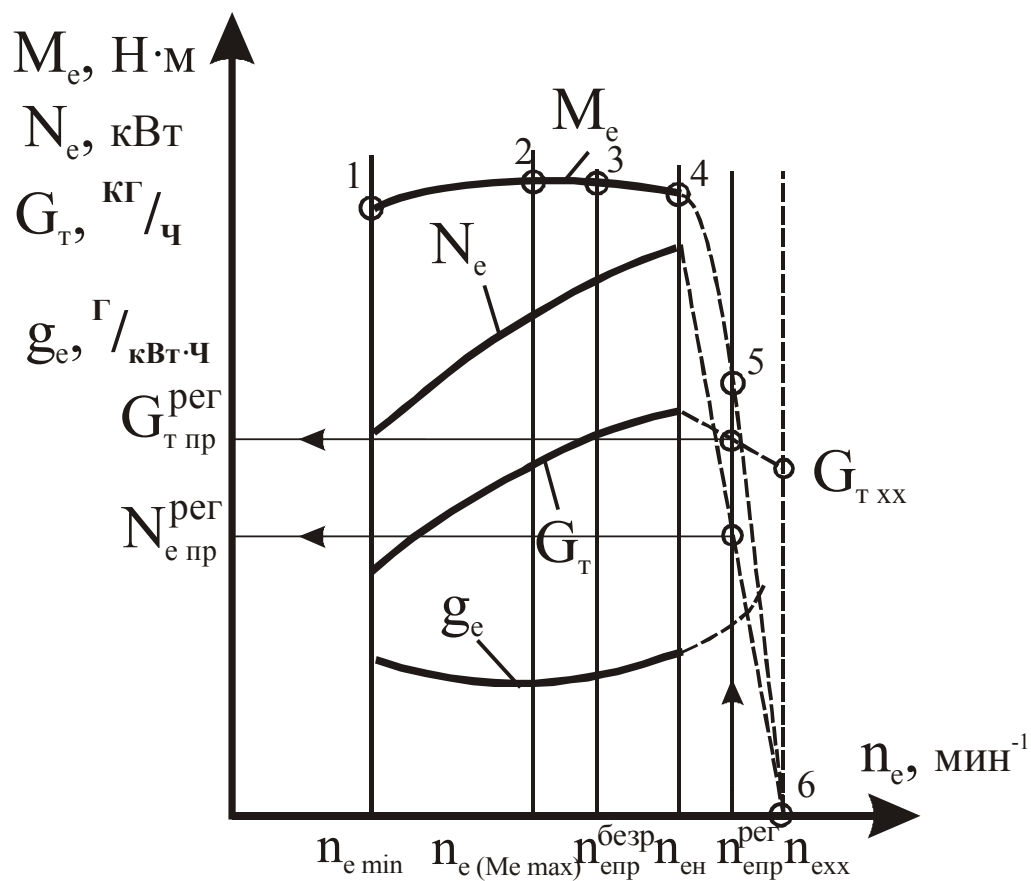


Рисунок 1.2 – Регуляторная характеристика дизеля:  
 1, 2, 3, 4, 5, 6 – расчетные точки по частоте  
 вращения коленчатого вала

## 2 ТЯГОВО\_ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ

### 2.1 Расчет и выбор передаточных чисел агрегатов механической трансмиссии

#### *Расчет передаточного числа главной передачи*

Учитывая, что при движении автомобиля на прямой передаче передаточное число коробки передач  $i_k = 1$ , а скорость движения автомобиля будет максимальной  $\vartheta_{\max}$ , передаточное число главной передачи равно

$$i_o = 0,377 \cdot \frac{n_e(\vartheta_{\max}) \cdot r_k}{\vartheta_{\max}},$$

где  $r_k$  – расчетный радиус качения ведущих колес с пневматической шиной автомобиля, определяемый по формуле

$$r_k = 0,0254 \cdot (0,5 \cdot d + b_h) \cdot \lambda_{ш}, \text{ м},$$

где  $d$  – посадочный диаметр шины, в дюймах;  $b_h$  – высота профиля шины, в дюймах;  $\lambda_{ш}$  – коэффициент рабочей деформации шин (для грузовых автомобилей  $\lambda_{ш} = 0,930 \dots 0,935$ ; для легковых  $\lambda_{ш} = 0,82 \dots 0,87$ ).

Размеры шин для автомобиля выбираются по таблицам Приложения 5, П.5.2-П.5.5 в зависимости от нагрузки на одно ведущее колесо и давления воздуха в шине.

#### *Расчет и подбор передаточных чисел коробки передач*

Определение передаточных чисел коробки передач начинают с расчета передаточного числа на первой передаче из условия возможности преодоления автомобилем максимальных дорожных сопротивлений по формуле

$$i_{k1}(\Psi_{\max}) \geq \frac{\Psi_{\max} \cdot G \cdot r_k}{M_{e \max} \cdot \eta_{тр1} \cdot i_o},$$

где  $\Psi_{\max}$  – максимальное значение коэффициента суммарного сопротивления дороги: для грузовых одиночных автомобилей

$\Psi_{\max} = 0,35 \dots 0,40$ , для легковых автомобилей  $\Psi_{\max} = 0,35 \dots 0,50$ , для автопоездов  $\Psi_{\max} \geq 0,18 \dots 0,35$ ;  $M_{e_{\max}}$  – максимальный эффективный крутящий момент двигателя (определяют по внешней скоростной характеристике);  $\eta_{\text{тр}1}$  – механический КПД трансмиссии на первой передаче;  $i_0$  – передаточное число главной передачи.

Чтобы исключить буксование ведущих колес автомобиля на первой передаче при работе на режиме максимального крутящего момента двигателя, необходимо выполнить условие

$$i_{k1}^{(\delta)} \leq \frac{\varphi_{\max} \cdot \lambda_k \cdot G \cdot r_k}{M_{e_{\max}} \cdot \eta_{\text{тр}1} \cdot i_0},$$

где  $\lambda_k$  – коэффициент нагрузки ведущих колес: для легковых автомобилей 4×2  $\lambda_k = 0,45 \dots 0,55$ ; для грузовых автомобилей 4×2  $\lambda_k = 0,70 \dots 0,75$ ; для полноприводных автомобилей  $\lambda_k = 1$ ;  $\varphi_{\max}$  – максимальный коэффициент сцепления колес с дорогой (принимают для случая движения автомобиля по сухому асфальтобетонному покрытию  $\varphi_{\max} = 0,6 \dots 0,8$ ).

Окончательный выбор передаточного числа коробки передач на первой передаче ( $i_{k1}$ ) производят из условия движения автомобиля с минимальной скоростью в стесненных условиях (например, в условиях гаража):

$$i_{k1} = 0,377 \cdot \frac{n_{e(\vartheta_{\min})} \cdot r_k}{i_0 \cdot \vartheta_{\min}}.$$

Для грузового автомобиля грузоподъемностью меньше 3,5 т минимальная частота вращения  $n_{e_{\min}} = 800 \dots 1000 \text{ мин}^{-1}$ , что соответствует минимальной скорости  $\vartheta_{\min} \geq 3,5 \dots 3,6 \text{ км/ч}$ ; для грузовых автомобилей грузоподъемностью свыше 3,5 т и автопоездов  $n_{e_{\min}} = 800 \dots 1000 \text{ мин}^{-1}$ , что соответствует  $\vartheta_{\min} \geq 4,0 \dots 4,5 \text{ км/ч}$  и выше; для легковых автомобилей частота вращения  $n_{e_{\min}} = 600 \dots 1000 \text{ мин}^{-1}$ , что соответствует  $\vartheta_{\min} \geq 3,5 \dots 6,0 \text{ км/ч}$ .

Таким образом, передаточное число первой передачи должно лежать в пределах, обеспечивающих преодоление автомобилем мак-



симального дорожного сопротивления при отсутствии буксования ведущих колес и обеспечивающего движение автомобиля на минимально возможной скорости:

$$i_{k1}^{(\psi_{\max})} \leq i_{k1} \leq i_{k1}^{(\delta)}.$$

Остальные передаточные числа коробки определяются по закону геометрической прогрессии, при условии, что в момент переключения передач скорость является постоянной ( $\vartheta = \text{const}$ ), т. е.

$$\vartheta_{\max}^1 = \vartheta_{\min}^2, \vartheta_{\max}^2 = \vartheta_{\min}^3 \text{ и т. д.}$$

Это свидетельствует о том, что при переходе от одной передачи к другой интервал изменения частоты вращения коленчатого вала при разгоне автомобиля остается неизменным.

В соответствии с законом геометрической прогрессии отношение передаточных чисел соседних передач есть величина постоянная, называемая знаменателем геометрической прогрессии ( $q$ ):

$$\frac{i_{k1}}{i_{k2}} = \frac{i_{k2}}{i_{k3}} = \frac{i_{k3}}{i_{k4}} = \dots = \frac{i_{k_{z-1}}}{i_{k_z}} = \dots = q = \text{const},$$

$$q = z-1 \sqrt{\frac{i_{k1}}{i_{k_z}}}.$$

В частном случае, если высшая передача является прямой, то  $i_{k_z} = 1$ , тогда

$$q = z-1 \sqrt{i_{k1}},$$

где  $z$  – число передач у автомобиля.

Передаточные числа коробки на остальных передачах определяются по формулам:

$$i_{k2} = \frac{i_{k1}}{q}; \quad i_{k3} = \frac{i_{k2}}{q} = \frac{i_{k1}}{q^2}, \dots, \quad i_{k(z)} = \frac{i_{k1}}{q^{z-1}}.$$

## Расчет передаточных чисел трансмиссии

Передаточные числа трансмиссии на каждой передаче определяют по формуле

$$i_{\text{тр}z} = i_o \cdot i_{kz},$$

где  $i_{kz}$  – передаточное число коробки на данной передаче.

## 2.2 Расчет скоростей автомобиля

Для выбранных расчетных точек ( $n_{e_i}$ ) по частоте вращения коленчатого вала:

- для карбюраторных двигателей от  $n_{e_{\min}}$  до  $n_{e_{\max}}$  (для двигателей без ограничителя частоты вращения коленчатого вала  $n_{e_{\max}} = n_e(N_{e_{\max}})$ , для двигателей с ограничителем частоты вращения коленчатого вала  $n_{e_{\max}} = n_{e_o} = n_e(\vartheta_{\max})$ );

- для дизелей от  $n_{e_{\min}}$  до  $n_{e_H}$ ,

подсчитывают величины скоростей автомобиля на каждой передаче

$$v_i^{(z)} = 0,377 \cdot \frac{n_{e_i} \cdot r_k}{i_{\text{тр}z}}, \text{ км/ч.}$$

Число расчетных точек « $i$ » по частоте вращения коленчатого вала двигателя  $n_{e_i}$  следует брать не менее шести: 1 –  $n_{e_{\min}}$ , 2 –  $n_{e(Me_{\max})}$ , 3 – между  $n_{e_{\min}}$  и  $n_{e(Me_{\max})}$ , 4 –  $n_{e(Ne_{\max})}$ , 5 – между  $n_{e(Me_{\max})}$  и  $n_{e(Ne_{\max})}$ , 6 –  $n_{e_{\max}}$ .

## 2.3 Расчет динамического фактора и построение динамической характеристики автомобиля

Для наглядного представления об изменении динамического фактора в зависимости от установившейся скорости полностью груженого автомобиля на различных передачах служит динамическая характеристика.

С учетом выбранных расчетных точек  $n_{e_i}$  определяют силу тяги на колесах, силу сопротивления воздуха и динамический фактор.

Величина касательной силы тяги на каждой передаче

$$P_{k_i}^{(z)} = \frac{M_{e_i} \cdot \eta_{тр} \cdot i_{тр}^{(z)}}{r_k}, \text{ Н.}$$

Значение крутящего момента  $M_{e_i}$  берут из таблиц 1.1 и 1.2 или определяют по внешней скоростной характеристике двигателя (рисунки 1.1 или 1.2).

Величина силы сопротивления воздуха на каждой передаче

$$P_{w_i}^{(z)} = \frac{K \cdot F \cdot \vartheta_i^{2(z)}}{13}, \text{ Н.}$$

Величина динамического фактора на каждой передаче

$$D_i^{(z)} = \frac{P_{k_i}^{(z)} - P_{w_i}^{(z)}}{G}.$$

Расчетные данные сводятся в таблицу 8.1.

По данным таблицы 2.1 в выбранном масштабе строят динамическую характеристику автомобиля (рисунок 2.1).

Таблица 2.1 – Расчетные значения для построения динамической характеристики автомобиля

Номер передачи	$n_{e_i}, \text{мин}^{-1}$	$\vartheta_i^{(z)}, \text{км/ч}$	$M_{e_i}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$P_{\kappa_i}^{(z)}, \text{Н}$	$P_{w_i}^{(z)}, \text{Н}$	$D_i^{(z)}$
I	1					
	2					
	·					
	·					
II	1					
	2					
	·					
	·					
·	1					
	2					
	·					
	·					
z	1					
	2					
	·					
	·					

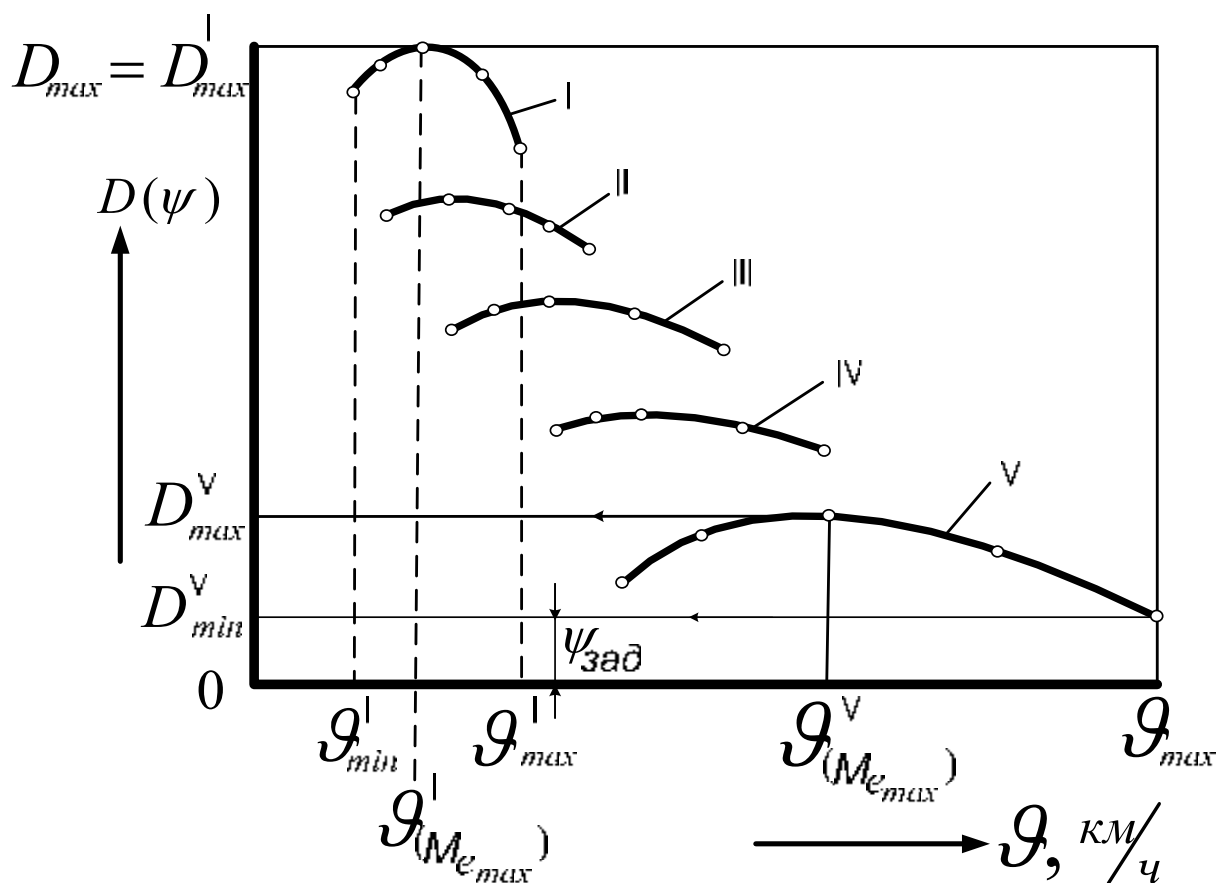


Рисунок 2.1 – Динамическая характеристика автомобиля

## 2.4 Расчет путевого расхода топлива и построение экономической характеристики автомобиля

Для наглядного представления об топливной экономичности автомобиля строится экономическая (топливная) характеристика, показывающая зависимость путевого расхода топлива на 100 км пробега от скорости и дорожного сопротивления при условии равномерного и прямолинейного движения по ровной дороге с полной нагрузкой на прямой передаче.

С учетом выбранных  $i$ -х расчетных точек определяют эксплуатационную мощность двигателя, требуемую для движения полностью груженного автомобиля на данной передаче в заданных дорожных условиях

$$N_{ei} = \frac{v_i}{3600 \cdot \eta_{тр}} \cdot \left( \Psi \cdot G + \frac{K \cdot F \cdot v_i^2}{13} \right), \text{ кВт.}$$

Определяют удельный эффективный расход топлива на различных нагрузочно-скоростных режимах работы автомобиля

$$g_{e_i} = K_{n_i} \cdot K_{N_i} \cdot g_{e_i}^{(BH)}, \text{ г/кВт} \cdot \text{ч},$$

где  $K_{n_i}, K_{N_i}$  – коэффициент, учитывающий влияние на расход топлива соответственно скоростного и нагрузочного режимов работы двигателя;  $g_{e_i}^{(BH)}$  – расчетный удельный эффективный расход топлива (берут по регуляторной или внешней скоростной характеристике для разных частот вращения коленчатого вала двигателя).

Коэффициент, учитывающий влияние на расход топлива скоростного режима

$$K_{n_i} = 1,25 - 0,99 \frac{n_{e_i}}{n_{e_i(\vartheta_{\max})}} + 0,98 \left( \frac{n_{e_i}}{n_{e_i(\vartheta_{\max})}} \right)^2 - 0,24 \left( \frac{n_{e_i}}{n_{e_i(\vartheta_{\max})}} \right)^3.$$

Коэффициент, учитывающий влияние на расход топлива нагрузочного режима:

- для автомобилей с карбюраторным двигателем

$$K_{N_i} = 3,27 - 8,22 \cdot \frac{N_{e_i}}{N_{e_i}^{(BH)}} + 9,13 \cdot \left( \frac{N_{e_i}}{N_{e_i}^{(BH)}} \right)^2 - 3,18 \cdot \left( \frac{N_{e_i}}{N_{e_i}^{(BH)}} \right)^3;$$

- для автомобилей с дизельным двигателем

$$K_{N_i} = 1,2 + 0,14 \cdot \frac{N_{e_i}}{N_{e_i}^{(BH)}} - 1,8 \cdot \left( \frac{N_{e_i}}{N_{e_i}^{(BH)}} \right)^2 + 1,46 \cdot \left( \frac{N_{e_i}}{N_{e_i}^{(BH)}} \right)^3,$$

где  $N_{e_i}^{(BH)}$  – значение эффективной мощности двигателя по внешней скоростной (регуляторной) характеристике двигателя в  $i$ -й расчетной точке.

Путевой расход топлива на 100 км пробега определяют по формуле

$$q_{Si} = \frac{g_{ei} \cdot N_{ei}}{10 \cdot \vartheta_i \cdot \rho_T}, \text{ л/100км,}$$

где  $\rho_T$  – плотность топлива при данной температуре, кг/л (плотность топлива при  $t_0 = 20^\circ\text{C}$ : для бензина  $\rho_{T_0} = 0,725$  кг/л, для дизельного топлива  $\rho_{T_0} = 0,825$  кг/л).

По полученным данным в выбранном масштабе строят экономическую характеристику автомобиля (рисунок 2.2).

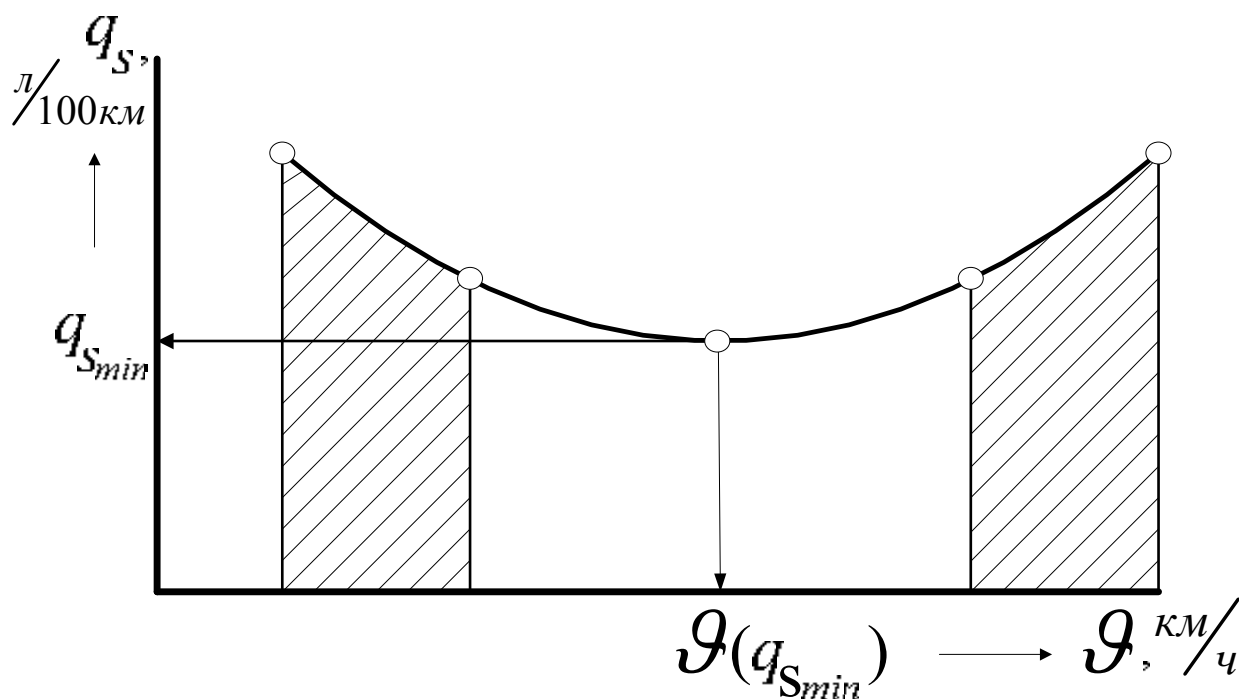


Рисунок 2.2 – Экономическая характеристика автомобиля

## 2.5 Расчет и построение графика ускорений автомобиля

В процессе разгона ускорение автомобиля не остается постоянным, так как изменяется динамический фактор при изменении скорости ( $\vartheta$ ) и передаточного числа в коробке передач ( $i_K$ ).

Величину ускорения для каждой передачи определяют по формуле

$$j_i^{(z)} = \frac{D_i^{(z)} - \psi}{\delta_{вр}^{(z)}} \cdot g, \text{ м/с}^2,$$

где  $g$  – ускорение свободного падения ( $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ );  $\delta_{вр}^{(z)}$  – коэффициент учета вращающихся масс, рассчитываемый по формуле  $\delta_{вр}^{(z)} = 1,05 + 0,06 \cdot i_{кz}^2$ .

Величину динамического фактора  $D_i^{(z)}$  для каждого текущего значения  $n_{ei}$  берут из таблицы 8.1 динамической характеристики.

В интервале от 0 до  $n_{e_{min}}$  ( $\vartheta_{min}$ ) автомобиль трогается с места при пробуксовке сцепления и постепенном открытии дросселя (рейки). Трогание с места до момента полного включения сцепления продолжается недолго, поэтому для простоты считают, что разгон начинается со скорости  $\vartheta_{min}$ .

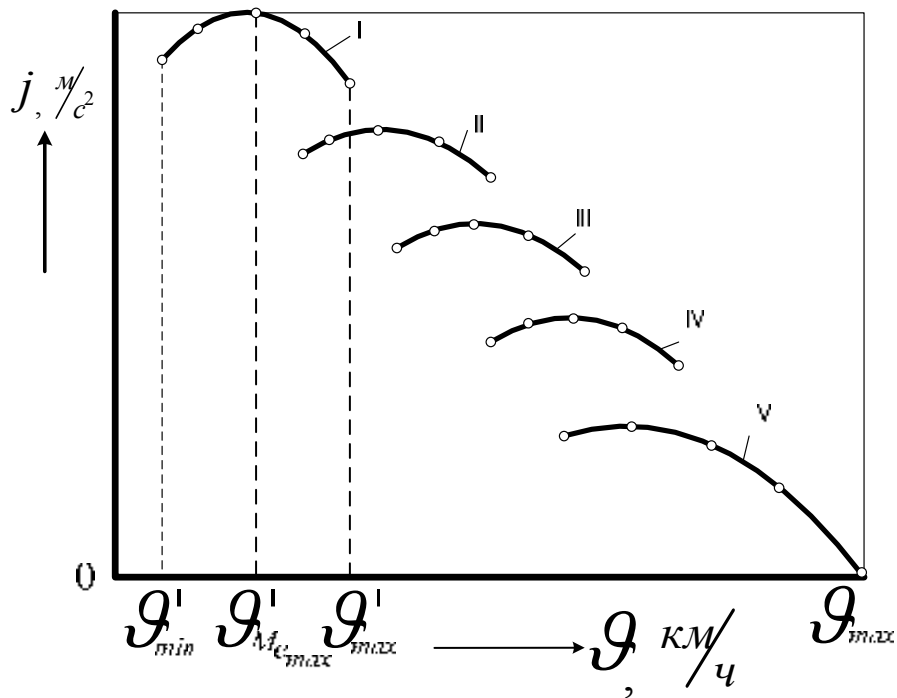
Расчетные данные сводятся в таблицу 2.2.

*Таблица 2.2 – Расчетные значения для построения графика ускорений автомобиля*

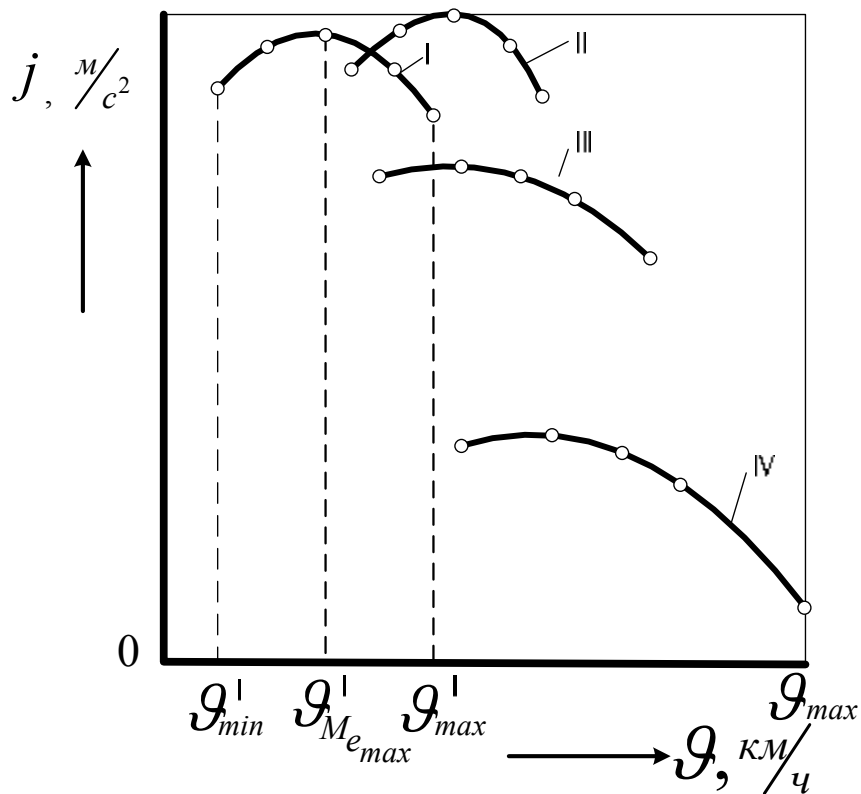
Номер передачи	$n_{ei}, \text{ мин}^{-1}$	$D_i^{(z)}$	$\delta_{вр}^{(z)}$	$j_i^{(z)}, \text{ м/с}^2$
I	1			
	2			
	⋮			
	i			
II	1			
	2			
	⋮			
	i			
⋮				
⋮				
z				



По данным таблицы 2.2 в выбранном масштабе строят график ускорения автомобиля (рисунок 2.3).



а)



б)

Рисунок 2.3 – График ускорений: а) легкового автомобиля; б) грузового автомобиля

## Требования к оформлению курсовой работы

### *Оформление формул*

Расположение формул в тексте записки может быть в виде отдельных строк (наиболее важные формулы, содержащие знаки суммирования, произведения, дифференцирования, интегрирования) и внутри строк (простые формулы).

Нумеровать следует наиболее важные формулы, на которые имеются ссылки в тексте. Не рекомендуется нумеровать формулы, на которые нет ссылок в тексте.

Порядковый номер формулы обозначают арабскими цифрами в круглых скобках, проставляют его с правого края поля страницы в соответствии с нижней строкой формулы, к которой он относится. Сначала указывают номер раздела, затем через точку проставляют номер формулы (например, **2.10**, **2.11** и т.п.). Допускается сквозная нумерация формул по всему тексту записки.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках (**2.10**).

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения (например, **A.1.1** - формула 1 первого приложения).

Двоеточие перед формулой ставят в тех случаях, когда оно необходимо по правилам пунктуации: а) в тексте перед формулой содержится обобщающее слово; б) этого требует построение текста, предшествующего формуле.

*Например:* а) в результате получаем следующее соотношение:

$$(x + 1) > (x - 1), \text{ где } x = 2;$$

б) следовательно, функцию общего вида  $y = f(x)$  можно выразить через частные составляющие:  $y = ax_1 + vx_2$ .

Экспликацию (расшифровку буквенных обозначений формулы) принято помещать после формулы. Последовательность расшифровки буквенных обозначений должна соответствовать последовательности расположения этих обозначений в формуле.

После формулы перед экспликацией ставят запятую, затем с новой строки от левого края страницы – слово “где” (без двоеточия после него), за ним – первое обозначение и после знака “тире” – его расшифровку и далее через знак “точка с запятой” – каждое сле-

дующее обозначение и его расшифровку, а в конце последней – точку.

Например:  $S = v \cdot t$ , (1.1)

где  $S$  - путь, проходимый автомобилем, м;  $v$  - скорость, м/с;  $t$  - время движения, с.

*Точку как знак умножения ставят:*

- перед числовым сомножителем  $2 \cdot 0,1v$ ;
- между тригонометрическими функциями  $a \sin x \cdot \cos(v + x)$  .

*Точку как знак умножения не ставят:*

- перед буквенными символами  $5av$ ;
- перед скобками и после них  $5(x + y)/(c + d)$ ;
- перед дробными выражениями  $5(\cos x \cdot \sin y)/4(a + v)$  .

*Косой крест как знак умножения ставят:*

- ◆ при указании размеров  $50 \times 30$ ;
- ◆ для записи колесной формулы автомобиля  $4 \times 2, 4 \times 4, 6 \times 4$ ;
- ◆ при переносе формулы с одной строки на другую на знаке “умножение”.

Перенос больших формул с одной строки на другую следует производить на алгебраических знаках ( $=$ ;  $<$ ;  $>$ ;  $\leq$ ;  $\geq$ ;  $+$ ;  $-$ ;  $\pm$ ;  $\times$ ). На знаке “деление” перенос формулы не рекомендуется.

### ***Оформление иллюстраций***

Все иллюстрации (схемы, чертежи, графики, диаграммы, фотографии и т.п.) именуется рисунками. Количество рисунков должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Рисунки, если их более одного, могут иметь сквозную нумерацию (за исключением примечания), или нумерацию (без знака №) в пределах каждого раздела. После нумерации рисунка с заглавной буквы пишется его наименование (без точки в конце). Например, **Рисунок 1.2 – Принципиальная электрическая схема**. Слово “рисунок” и его наименование располагают посередине строки.

Номер рисунка и его наименование размещают под рисунком (подрисуночный текст).

Если на рисунках имеются номера позиций составных частей изделия, то в конце подрисуночного текста после знака “двоеточие” производится их расшифровка в возрастающем порядке, отделяя каждую позицию знаком “точка с запятой”.

*Например, Рисунок 2.1 – Прибор для диагностирования рулевого механизма: 1 - тумблер; 2 - светодиод; 3 - разъем.*

В расчетно-пояснительной записке не рекомендуется размещать рисунки, размер которых превышает формат А4. Фотоснимки размером меньше формата А4 должны быть наклеены на стандартные листы белой бумаги.

При ссылках в тексте на рисунки следует делать ссылки на них, например, “... в соответствии с рисунком 1.2...”. Ссылки на ранее упомянутые рисунки делают с использованием сокращенного слова “Смотри” (см. рисунок 1.2).

Рисунки следует помещать сразу после ссылки на них в тексте записки на этой же странице, или, в крайнем случае – на следующей.

При составлении электрических, гидравлических, пневматических и иных схем следует руководствоваться принятыми стандартными условными обозначениями (*ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. – М.: Госстандарт, 1983. – 496с.*). На схемах всех видов должна быть выдержана толщина линий изображения основных и вспомогательных, видимых деталей и толщина линий их связей.

Диаграммы составляются для наглядного изображения и анализа большого массива экспериментальных или расчетных данных. В соответствии с формой построения различают диаграммы плоскостные, линейные и объемные.

Для построения линейных диаграмм используют координатную сетку в осях “х0у”. Вершины ординат показателя “у” в функции от параметра “х” соединяются отрезками, в результате чего получается ломаная линия.

На плоскостных диаграммах показатели изображаются в виде прямоугольников (гистограмм) одинаковой ширины. Используют также секторную диаграмму, представляющую собой круг, разделенный на секторы, величины которых пропорциональны величинам частей отображаемого объекта.

Для анализа экспериментальных или расчетных данных, а также для повышения наглядности иллюстрируемого материала строятся графики в двух- или трехмерной системе координат. По осям координат должны быть указаны условные обозначения и размерности отложенных величин в принятых сокращениях. Надписи, относящиеся к кривым графика, оставляют в тех случаях, когда их немного, и они являются краткими. Многословные надписи заменяют цифрами или буквами, а их расшифровку приводят в подрисуночном тексте.

### *Оформление и построение таблиц*

Для наглядности и удобства представления цифрового материала составляются таблицы, которые должны иметь номер и название, определяющие их тему и содержание, т.е. нумерационные и тематические заголовки (см. таблицу 11.1).

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например, **Таблица 1 – Техническая характеристика автомобилей**. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы составляется из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой (**таблица 1.2**, **таблица 2.3** и т.п.). На все таблицы в тексте расчетно-пояснительной записки должны быть ссылки, например, “...в **таблице 1.2** приведены показатели **рентабельности предприятия**”. Если в записке одна таблица, то она должна быть обозначена “**Таблица 1**” или “**Таблица В.1**”, если она приведена в приложении В.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Название таблицы (тематический заголовок) должно отражать ее содержание в именительном падеже, быть точным и кратким. Название таблицы начинается с прописной буквы и точка в конце названия таблицы не ставится. Сокращение и перенос слов в названии таблицы не допускается.

При переносе части таблицы на другие страницы название помещают только над первой ее частью. Над продолжением таблицы на новой странице записки пишут слова “**Продолжение таблицы 1**”, “**Продолжение таблицы 2.1**”.

Размер таблицы по ширине не должен превышать размер стандарт-

ного листа формата А4. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа. В этом случае таблицу располагают так, чтобы для удобства ее чтения записку можно было повернуть по часовой стрелке.

Таблицы со всех сторон страницы, как правило, ограничивают линиями. Форма таблицы в общем случае должна иметь вертикальные графы (колонки) с соответствующими заголовками и подзаголовками и горизонтальные ряды (строки) с соответствующими наименованиями. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Примечания к таблице размещаются непосредственно под ней.

Нумерация вертикальных граф производится только в том случае, если таблица имеет продолжение на другой странице.

Если колонки выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть над другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку.

*Таблица 11.1 – Техническая характеристика автомобилей*

Марка	Двигатель		Трансмиссия		Ходовая часть	
	мощность, кВт	частота вращения, мин <sup>-1</sup>	тип	число ступеней коробки	тип подвески	колесная формула
1	2	3	4	5	6	7
ВАЗ-2112	68	5600	механич.	5	независ.	4×2

Если в конце страницы таблица прерывается, а ее продолжение предполагается на следующей странице, то в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицу в зависимости от ее размера помещают под текстом, в котором впервые дана на нее ссылка, или на следующей странице, а при необходимости - в приложении к оригиналу. Повторные ссылки на таблицы следует давать с сокращенным словом “**смотри**”, например: **см. таблицу 1.2.**

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, имеют одинаковую единицу измерения, то ее помещают в конце заголовка таблицы через запятую или в скобках (например: **Частота вращения, мин<sup>-1</sup>**).

Если числовые значения показателей в графах таблицы выражены в разных единицах измерения, их обозначения указывают в подзаголовке каждой колонки.

Если повторяющийся текст в строках одной и той же графы состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами “*то же*”, а далее на месте его ставятся кавычки.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

При указании в таблицах последовательных интервалов чисел, охватывающих все числа ряда, их следует записывать: “**От... до... включ.**”, “**Св. ... до ... включ.**”. В интервале, охватывающем числа ряда, между крайними числами ряда в таблице ставится **тире**.

Интервалы чисел в тексте записывают со словами “**от**” и “**до**” (включительно): если после чисел указана единица физической величины или числа представляют безразмерные коэффициенты; или через дефис, - если числа представляют порядковые номера. Примеры: 1) зазор в зацеплении центральной передачи должен быть от 0,25 до 0,35 мм; 2) 5-10, рис. 1-5.

Цифры в графах таблиц должны проставляться друг под другом, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено одинаковое количество десятичных знаков для всех величин.

При наличии в расчетно-пояснительной записке небольшого по объему цифрового материала его целесообразнее оформлять не в виде таблицы, а следует давать текстом, например:

Габаритные размеры автомобиля, мм:

длина ..... 4000  
ширина ..... 1800  
высота ..... 1450

### ***Оформление примечаний***

Примечания приводятся, если необходимы пояснения или дополнительные уточнения к содержанию текста, таблиц или иллюстраций.

Примечания размещаются непосредственно после текстового, графического или табличного материалов. Если примечание одно, то с абзаца после слова “**Примечание**” ставится точка, после которой с большой буквы пишется содержание примечания. Если примечаний

несколько, то после слова **“Примечание”** ставится двоеточие и номер пунктов с текстом, раскрывающим содержание примечания. Например: 1) *Примечание. В числителе цифра означает мощность двигателя, в знаменателе - число цилиндров.* 2) *Примечание: 1. Путь расход топлива не должен превышать 9 л/100 км. 2. Максимальная скорость автомобиля на прямой передаче составляет 140 км/ч.*

### ***Оформление приложений***

Информация, дополняющая текстовой, графической и табличной материалы расчетно-пояснительной записки, размещается, как правило, в приложении. К ней относятся: промежуточные расчеты, программы и алгоритмы расчетов на ЭВМ, технические характеристики шасси автомобилей, описание оборудования и приборов, рисунки, фото, диаграммы, осциллограммы и т.д.

Приложение оформляют как продолжение расчетно-пояснительной записки. В тексте записки на все приложения должны быть даны ссылки в порядке их возрастания.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием посередине страницы слова **“Приложение”** и его обозначения, под которыми пишется заголовок. Заголовок записывается симметрично относительно слова **“Приложение”** с прописной буквы в виде отдельной строки.

Приложения обозначают заглавными прописными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова **“Приложение”** следует буква, обозначающая его последовательность, например, **“Приложение А”**.

### ***Составление и оформление списка использованной литературы***

Список использованной литературы является составной частью расчетно-пояснительной записки и отражает степень изученности студентом темы дипломного проекта.

В список включают все использованные при работе над темой литературные источники. Сведения об источниках нумеруют арабскими цифрами без точки и пишут с абзацного отступа.

Библиографическое описание регламентировано государственным стандартом ГОСТ 7.1-2003.



Расположение источников в списке литературы зависит от темы дипломного проекта, характера приведенных источников и их количества.

Наиболее распространенные способы расположения источников в списке литературы являются: алфавитный, в порядке упоминания в тексте и по разделам расчетно-пояснительной записки.

При *алфавитном* расположении литература группируется в строгом русском алфавите фамилий авторов и заглавий книг и статей. Работы авторов-однофамильцев – в алфавите инициалов.

При расположении источников *в порядке упоминания* в тексте список использованной литературы не систематизирован. Источники располагаются в списке литературы в порядке их первого упоминания в тексте. Нумерация источников сквозная по всему списку.

Группировка литературы *по разделам расчетно-пояснительной записки* зависит от тематики и проблематики раздела. Внутри раздела – расположение алфавитное. Источники, относящиеся к разным разделам, помещают в общий раздел.

Студент-дипломник самостоятельно выбирает наиболее приемлемый для него способ расположения источников в списке литературы в зависимости от специфики темы.

Сведения о книгах (учебниках, монографиях, учебных пособиях, справочниках, статьях и т.д.) должны содержать: фамилию и инициалы автора(ов), наименование книги, место издания, издательство, год издания и объем книги в страницах.

### ***Примеры библиографического описания произведений печати в списке литературы:***

#### *1 Нормативно-технические документы*

(стандарты, ЕСКД, руководящие документы, руководящие материалы, методики, каталоги, прейскуранты)

1. ГОСТ 15.101-80. Порядок проведения научно-исследовательских работ. Основные положения. - Введ. 01.01.81. - М.: Изд-во стандартов, 1980. - 11с.

2. ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. - Введ. 01.07.2002. Взамен ГОСТ 7.32-91. - Мн.: Изд-во стандартов, 2001. - 16с.

3. ГОСТ 24026-80. Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения. - Введ. 01.01.81. - М.: Изд-во стандартов, 1980. - 18с.
4. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. - Взамен ГОСТ 18509-80; Введ. 01.01.90. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 68с.
5. ГОСТ 14846-81 (СТ СЭВ 765-77). Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. - Действ. 01.01.82. - М.: Изд-во стандартов, 1981. - 54с.
6. ГОСТ 8.417-81 (СТ СЭВ 1052-78). Единицы физических величин. - Введ. 01.01.82. - М.: Изд-во стандартов, 1982. - 40с.
7. ГОСТ 22895-77. Тормозные системы и тормозные свойства автотранспортных средств. Нормативы эффективности. Общие технические требования. - Введ. 01.01.78. - М.: Изд-во стандартов, 1977. - 27с.
8. ГОСТ 17.2.2.03-87. Охрана природы. Атмосфера. Норма и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности. - Введ. 01.01.88. - М.: Изд-во стандартов, 1987. - 7с.
9. ГОСТ 21393-75. Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Норма и методы измерений. Требования безопасности. - Введ. 01.01.77. - М.: Изд-во стандартов, 1987. - 5с.
10. ГОСТ 24055-88 (СТ СЭВ 5628-86), ГОСТ 24056-88, ГОСТ 24057-88, ГОСТ 24059-88. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. - Введ. 01.01.89. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 47с.
11. ГОСТ 23728-88 - ГОСТ 23730-88. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. - Введ. 01.01.89. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 22с.
12. ОСТ 37.001.480-88. Испытания автотранспортных средств. Виды, цели и объемы. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 16с.
13. ОСТ 102.25-87. Испытания сельскохозяйственной техники. Оценка эксплуатационных свойств топлива и смазочных материалов. - Введ. 01.06.88. - М.: Изд-во стандартов, 1987. - 35с.
14. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. - М.: Госстандарт, 1986. - 496с. (Единая система конструкторской документации).

15. ОНТП 01-36. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. - М.: Минавтотранс, 1986. - 72с.

16. Нормативы ремонтпригодности сельскохозяйственных тракторов / А.П. Абрамов, Е.А. Бобков, Б.А. Богачев и др. - М.: ГОСНИТИ, 1980. - 6с.

17. РТМ 23.1.445-76. Руководящий технический материал. Методика сбора информации о затратах на поддержание тракторов в работоспособном состоянии. - Взамен РТМ 23.1.445-76. - М.: ГОНТИНАТИ, 1978. - 9с.

18. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. - М.: ВНИИПИ, 1981. - 44с.

19. ТУ 38.401814-90. Технические условия. Масла моторные. Метод оценки влияния моторных масел на топливную экономичность карбюраторных двигателей. - М.: ВНИИ НП, 1990. - 16с.

20. Нефтепродукты, оборудование нефтескладов и заправочные комплексы. Каталог-справочник / А.Н. Зазуля, С.А. Нагарнов, В.В. Остриков, И.Г. Голубев. - М.: Информагротех, 1999. - 176с.

21. Общесоюзный классификатор промышленной и сельскохозяйственной продукции. Т. 1. - Л.: Колос, 1979. - 208с.

22. Прейскурант № 19-08. Оптовые цены на редукторы и муфты соединительные: УТВ. Госкомцен СССР 12.08.80; Ввод в действие 01.01.82. - М.: , Прейскурантиздат, 1980. - 60с.

## *2 Книги (учебники, учебные пособия, монографии и т.п.) одного, двух и трех авторов*

1. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. - М.: Колос, 1984. - 335с. (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. заведений).

2. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов. / А.И. Колчин, В.П. Демидов. - М.: Высш. шк., 2002.- 496с.

3. Уханов А.П. Использование нефтепродуктов, технических жидкостей и ремонтных материалов при эксплуатации мобильных машин: Учебное пособие. / А.П. Уханов, Ю.В. Гуськов, И.И. Артемов. - Пенза: РИО ПГСХА, 2001. - 321с.

4. Раймпель Й. Шасси автомобиля / Пер. с нем.; Под ред. И.Н. Зверева. - М.: Машиностроение, 1983. - 356с.

5. Уханов А.П. Усовершенствованный экономайзер принудительного холостого хода.- Инф. листок // Пенз. ЦНТИ, № 266-89. - 4с.

### *3 Книги, имеющие четырех и более авторов*

1. Расчет и конструирование автомобильных и тракторных двигателей (дипломное проектирование): Учеб. пособие для вузов / Б.Е. Железко, В.М. Адамов, И.К. Русецкий, Г.Я. Якубенко. - Мн.: Выш. шк., 1987. - 247с.

2. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей /Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.

3. Проектирование полноприводных колесных машин. Т.1 / Б.А. Афанасьев, Н.Ф. Бочаров, Л.Ф. Жеглов и др.; Под общ. ред. А.А. Полуняна. - М.: МГТУ, 1999. - 488с.

4. Проектирование полноприводных колесных машин. Т.2 / Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов и др.; Под общ. ред. А.А. Полуняна. - М.: МГТУ, 2000. - 640с.

### *4 Диссертации, авторефераты диссертаций*

1. Литовкин А.В. Повышение технического ресурса автомобильных трансмиссий путем улучшения свойств регенерированных масел: Дис... канд. техн. наук: 05.20.03. – Пенза, 2003. – 183 с.

4. Уханов А.П. Улучшение эксплуатационных показателей автотракторных двигателей оптимизацией параметров технического состояния и температурного режима топливной и смазочной систем: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.04.02; 05.20.03. - СПб, 1997. - 37с.

### *5 Составные части документов (из книг, журналов, нормативно-технических документов, разделов книг и др.)*

1. Уханов А.П. Устройство для контроля за заполняемостью топливом баков автотракторных средств // Диагностика, повышение эффективности, экономичности и долговечности двигателей: Тезисы докл. науч.-техн. семинара. – Л.-П.: ЛСХИ, 1990. - С. 34-35.

2. Уханов А.П. Регулировка ДТА / А.П. Уханов, А.А. Черняков // Сельский механизатор. – 2001. - № 8. - С. 28-29.

3. Экономия топлива при эксплуатации автотранспортных средств на режиме холостого хода / А.В. Николаенко, А.П. Уханов, С.В. Тимохин, Д.А. Уханов // Двигателестроение. – 2001. – № 2. – С. 26-27.

4. Уханов А.П. Экономия топливных и смазочных материалов при эксплуатации тракторов и автомобилей / В кн.: Советы хлеборобам. - Пенза: РИО ПГСХА, 2001. - С. 60-64.

#### *б Авторские свидетельства и патенты на изобретения*

1. А.с. 1652639 СССР, МКИ F 02 М 55/00. Топливная система дизеля / А.П. Уханов, П.А. Власов; Пенз. с.-х. ин.-т. - № 4322135/06; Заявл. 02.11.87; Оpubл. 30.05.91; Бюл. № 20.

2. Пат. 2170914 Россия, МПК G 01 М 15/00, F 02 D 41/16, 17/04. Способ снижения эксплуатационного расхода топлива силовой установкой и устройство для его осуществления /С.В. Тимохин, А.П. Уханов, А.В. Николаенко и др.; Пенз. гос. с.-х. академия. - № 2000100194/06; Заявл. 05.01.2000; Оpubл. 20.07.2001; Бюл. № 20.

#### Примечание:

1 Одна косая черта ( / ) выделяет сведения об авторстве.

2 Две косые черты ( // ) указывают на описание части произведения: статья из журнала, сборника статей, книги.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### *1 Общие вопросы проектирования*

1. Автомобильные и тракторные двигатели. Курсовое проектирование: Учеб. пособие / А.П. Уханов, В.Ф. Китанин, Д.А. Уханов и др.; Под ред. А.П. Уханова. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – 192 с.
2. Орлов П.И. Опыт конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн.2 / Под ред. П.Н. Учаева. - М.: Машиностроение, 1988. - 544с.
3. Расчет и конструирование автомобильных и тракторных двигателей (дипломное проектирование): Учеб. пособие для вузов / Б.Е. Железко, В.М. Адамов, И.К. Русецкий, Г.Я. Якубенко. - Мн.: Выш. шк., 1987. - 247с.
4. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машино-строительных и механических специальностей вузов. - М.: Машиностроение, 1989. - 496с.
5. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 2-х т. Т.1, Т.2 / Под ред. А.В. Красниченко. – М.: ГНТИМЛ, 1960.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - 656с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - 496с.
8. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов / Л.А. Астреина, В.В. Балдесов, В.К. Беклешов и др. - М.: Высш. шк., 1991. - 176с.
9. Тракторы. Дипломное проектирование: Учеб. пособие для вузов / А.Ф. Андреев, Ю.Е. Атамонов, В.В. Будько и др.; Под ред. В.В. Будько. - Мн.: Выш. шк., 1985. - 158с.
10. Уханов А.П. Расчет показателей эксплуатационных свойств автомобиля и агрегатов шасси. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, И.И. Артемов; Под ред. А.П. Уханова – Пенза: РИО ПГСХА, 2006. – 165с.
11. Уханов Д.А. Расчет эксплуатационных показателей тракторов и автомобилей: Учебно-методическое пособие. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – 119с.

## *2 Автомобильные двигатели*

12. Автомобильные двигатели / Под. ред. М.С. Ховаха. – М.: Машиностроение, 1977. – 591 с.

13. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.

14. Двигатели внутреннего сгорания. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1984. – 383 с.

15. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1985. – 456 с.

16. Двигатели внутреннего сгорания. Ч. 1. Теория рабочих процессов / Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 1995. – 368 с.

17. Двигатели внутреннего сгорания. Ч. 2. Динамика и конструирование / Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 1995. – 319 с.

18. Колчин, А.И., Демидов, В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высш. шк., 2002. – 496 с.

19. Николаенко А.В., Павлов Е.П., Чермидов С.И. Определение показателей рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания по индикаторным диаграммам с применением ЭВМ. – Л.: ЛСХИ, 1982. – 32 с.

20. Николаенко, А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. – М.: Колос, 1992. – 414 с.

21. Руновский, К.С. Тепловой расчет газового двигателя: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. – М.: МАМИ, 1996. – 22 с.

22. Теория двигателей внутреннего сгорания / Под общ. ред. Н.Х. Дьяченко. – Л.: Машиностроение, 1974. – 552 с.

## *3 Тяговый расчет автомобиля*

23. Гришкевич А.И. Автомобили: Теория. - Мн.: Выш. шк., 1986. - 208с.

24. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. – М.: КолосС, 2004. – 504 с.: ил.

25. Литвинов А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. - М.: Машиностроение, 1989. - 240с.

26. Нарбут А.Н. Гидромеханические передачи автомобилей. Ч.1. Гидротрансформаторы. - М.: МАДИ, 1996. - 62с.
27. Петров В.А. Теория автомобиля. - М.: МГОУ, 1996. - 180с.

#### *4 Проектирование автомобиля*

28. Автомобили. Конструкция, конструирование и расчет. Трансмиссия / А.И. Гришкевич, В.А. Вавуло, А.В. Карпов и др.; Под ред. А.И. Гришкевича. - Мн.: Выш. шк., 1985. - 239с.
29. Автомобили. Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть / А.И. Гришкевич, Д.М. Ломако, В.П. Автушко и др.; Под ред. А.И. Гришкевича. - Мн.: Выш. шк., 1987. - 200с.
30. Автомобильные транспортные средства / Д.П. Великанов, Б.Н. Нифонтов, И.П. Плеханов и др.; Под ред. Д.П. Великанова. - М.: Транспорт, 1977. - 326с.
31. Агейкин Я.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители: Теория и расчет. - М.: Машиностроение, 1972. - 184с.
32. Антонов Д.А. Расчет устойчивости движения многоосных автомобилей. - М.: Машиностроение, 1984. - 164с.
33. Бухарин Н.А. Автомобили: Теория рабочих процессов, теория прочности агрегатов и систем автомобиля / Н.А. Бухарин, В.С. Прозоров, М.М. Щукин. - М.-Л.: Машиностроение, 1965. - 484с.
34. Бухарин Н.А. Конструкция, нагрузочные режимы, рабочие процессы, прочность агрегатов автомобиля. - Л.: Машиностроение, 1973. - 504 с.
35. Высоцкий М.С. Грузовые автомобили / М.С. Высоцкий, Л.Х. Гилелес, С.Г. Херсонский. - М.: Машиностроение, 1995. - 256с.
36. Гаспарянц Г.А. Конструкция, основы расчета автомобиля. - М.: Машиностроение, 1978. - 351с.
37. Гольд Г.Б. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник. - Машгиз, 1962. - 463 с.
38. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда. - М.: Транспорт, 1986. - 136с.
39. Ипатов М.И. Техничко-экономический анализ проектируемых автомобилей. - М.: Машиностроение, 1982. - 272с.
40. Колпаков А.П. Проектирование и расчет механических передач / А.П. Колпаков, И.Е. Карнаухов. - М.: Колос, 2000. - 365 с.



41. Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости: Учебник для вузов / Под общ. ред. Н.Ф.Бочарова, И.С. Цитовича. – М.: Машиностроение, 1983. – 299 с.
42. Кутьков Г.М. Теория трактора и автомобиля. – М.: Колос, 1996. – 287 с.
43. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. - М.: Машиностроение, 1971. - 416с.
44. Лукин П.П. Конструирование и расчет автомобиля / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов. - М.:Машиностроение,1984. - 376с.
45. Машиностроение: Энциклопедия / В.Ф. Платонов, В.С. Азиев, Е.Б. Александров и др.; Под общ. ред. В.Ф. Платонова Т. 4-15. Колесные и гусеничные машины. - М.: Машиностроение, 1997. - 688с.
46. Мельников А.А. Теория автомобиля. Колебания и плавность хода. - Н. Новгород: НГТУ, 1998. - 112с.
47. Осепчугов В.В. Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин. - М.: Машиностроение, 1989. - 304с.
48. Платонов В.Ф. Полноприводные автомобили. - М.: Машиностроение, 1981. - 279с.
49. Проектирование полноприводных колесных машин. Т.1 /Б.А. Афанасьев, Н.Ф. Бочаров, Л.Ф. Жеглов и др.; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. - М.: МГТУ, 1999. - 488с.
50. Проектирование полноприводных колесных машин. Т.2 /Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов и др.; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. - М.: МГТУ, 2000. - 640с.
51. Проектирование трансмиссий автомобилей: Справочник /А.И. Гришкевич, Б.У. Бусел, Г.Ф. Бутусов и др.; Под общ. ред. А.И. Гришкевича - М.: Машиностроение, 1984. - 272с.
52. Родионов В.Ф. Проектирование легковых автомобилей: Техническое задание, эскиз, проект и общая компоновка /В.Ф. Родионов, Б.Н. Фиттерман; Под ред. В.В. Остапчугова. - М.: Машиностроение, 1980. - 477с.
53. Селифонов В.В. Проходимость автомобиля /В.В. Селифонов, В.В. Серебряков. - М.: МГТУ (МАМИ), 1998. - 64с.
54. Скотников В.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / В.А. Скотников, А.А. Мащенский, А.С. Солонский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 383 с.

55. Уханов А.П. Теория автомобиля в упражнениях и задачах: Учебное пособие /А.П. Уханов, И.И. Артемов, О.Ф. Пшеничный. – Пенза: ИИЦ ПГУ, 2002. – 278 с.

56. Уханов Д.А. Тракторы и автомобили. Теория: Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольных заданий. – Пенза: РИО ПГСХА, 2004. – 99 с.

57. Цитович И.С. Трансмиссии автомобилей. – М.: Машиностроение, 1972. – 380с.

58. Чудаков Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. – М.: Колос, 1972. – 384 с.

59. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. – М.: Изд-во АПМ, 2000. – 472 с.

60. Яковлев А.И. Конструкция и расчет электромотор-колес. - М.: Машиностроение, 1970. – 240с.

### *5 Сцепление*

61. Валы и оси. Конструирование и расчет / С.В. Серенсен, М.Б. Громан, Р.М. Шнейдерович и др. - М.: Машиностроение, 1970. - 320с.

62. Гинцбург Л.Л. Гидравлические усилители управления автомобилей. М.: Машиностроение, 1972.

63. Капустин А.А. Автомобили. Проектирование и расчет транспортных средств: Учебное пособие. Раздел 1. Расчет сцепления /А.А. Капустин, В.Т. Каширин. – СПб.: СПбГИСЭ, 2000. – 28 с.

64. Румянцев А.А. Проектирование автоматизированных автомобильных сцеплений. - М.: Машиностроение, 1975. – 176 с.

65. Сцепления транспортных и тяговых машин /Под ред. Ф.Р. Геккера, В.М. Шарипова, Г.М. Щеренкова. - М.: Машиностроение, 1989. - 340с.

### *6 Коробки передач*

66. Валы и оси. Конструирование и расчет / С.В. Серенсен, М.Б. Громан, Р.М. Шнейдерович и др. - М.: Машиностроение, 1970. - 320с.

67. Гидродинамические передачи / В.В. Селифоносов, О.И. Гируцкий, А.П. Маринкин, А.В. Астапенко. - М.: МГААТМ, 1997. - 43с.

68. Мазалов Н.Д. Гидромеханические коробки передач / Н.Д. Мазалов, С.М. Трусов. - М.: Машиностроение, 1971.

69. Стесин С.П. Гидродинамические передачи / С.П. Стесин, Е.А. Яковенко - М.: Машиностроение, 1973. - 348с.

## *7 Карданные передачи*

70. Малаховский Я.Э. Карданные передачи / Я.Э. Малаховский, А.А. Лапин, Н.К. Веденев. - М.: Машгиз, 1962. – 153с.

## *8 Главная передача и мосты*

71. Андреев А.Ф. Дифференциалы колесных машин / А.Ф. Андреев, В.В. Ванцевич, А.Х. Лефаров. - М.: Машиностроение, 1987.- 124 с.

72. Валы и оси. Конструирование и расчет / С.В. Серенсен, М.Б. Громан, Р.М. Шнейдерович. - М.: Машиностроение, 1970. - 320с.

73. Марголис С.Я. Мосты автомобилей и автопоездов. - М.: Машиностроение, 1983. - 160с.

74. Яскевич З. Ведущие мосты. - М.: Машиностроение, 1985. - 595с.

## *9 Тормозные системы*

75. Гинцбург Л.Л. Гидравлические усилители управления автомобилей. - М.: Машиностроение, 1972. – 121с.

76. Гуревич Л.В. Тормозное управление автомобиля / Л.В. Гуревич, Р.А. Меламуд. - М.: Транспорт, 1978. - 152с.

77. Мащенко А.Ф. Тормозные системы автотранспортных средств / А.Ф. Мащенко, В.Г. Розанов. - М.: Транспорт, 1972.

78. Юрчевский А.А. Автоматизация агрегатов и систем автомобиля. Тормозное управление / А.А. Юрчевский, Б.Ф. Еникеев, А.И. Попов. - М.: МАДИ, 1996. - 56с.

## *10 Подвеска*

79. Пархпловский И.Г. Автомобильные листовые рессоры. - М.: Машиностроение, 1978.

80. Раймпель Й. Шасси автомобиля / Пер. с нем.; Под ред. И.Н. Зверева. - М.: Машиностроение, 1983. - 356с.

81. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода. - М.: Машиностроение, 1972. - 392с.

82. Успенский И.Н. Проектирование подвески автомобиля / И.Н. Успенский, А.А. Мельников. - М.: Машиностроение, 1976. - 168с.

83. Шасси автомобиля ЗИЛ-130. Практика проектирования, испытаний и доводки / Под ред. А.М. Кригера. – М.: Машиностроение, 1973. – 400с.

84. Яценко Н.Н. Плавность хода грузовых автомобилей /Н.Н. Яценко, О.К. Прутчиков. - М.: Машиностроение, 1969. - 220с.

### *11 Рулевое управление*

85. Автомобили. Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть / А.И. Гришкевич, Д.М. Ломако, В.П. Автушко и др.; Под ред. А.И. Гришкевича. - Мн.: Выш. шк., 1987. - 200с.

86. Гинцбург Л.Л. Гидравлические усилители управления автомобилей. - М.: Машиностроение, 1972. – 121с.

87. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда. - М.: Транспорт, 1986. - 136с.

88. Лысов М.И. Рулевое управление автомобилей. - М.: Машиностроение, 1964. – 248 с.

89. Раймпель Й. Шасси автомобиля / Пер. с нем.; Под ред. И.Н. Зверева. - М.: Машиностроение, 1983. - 356с.

### *12 Автомобильные колеса и шины*

90. Автотракторные колеса: Справочник / Под общ. ред. И.В. Балабина. - М.: Машиностроение, 1985. - 272с.

91. Агейкин Я.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители: Теория и расчет. - М.: Машиностроение, 1972. - 184с.

92. Колеса и шины: Краткий справочник. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2002. – 128 с.

93. Работа автомобильной шины / В.И. Кнороз, А.С. Шелухин, И.П. Петров и др; Под ред. В.И. Кнороза. - М.: Транспорт, 1976. - 238с.

94. Тарновский В.Н. Автомобильные шины: Устройство, работа, эксплуатация, ремонт / В.Н. Тарновский, В.А. Гудков, О.Б. Третьяков. - М.: Транспорт, 1990. - 272с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**Формы титульного листа и  
задания курсовой работы**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Технологический институт - филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Кафедра «Эксплуатация транспортно – технологических машин и комплексов»

# Курсовая работа

по дисциплине: «Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов»  
на тему «Расчет эксплуатационных свойств транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов (вариант 58)»

Выполнил:  
студент 3 курса ЭТз-31 группы  
Коротков С.И.  
Шифр 17030  
Проверил: к.т.н., доцент Хохлов А.А.

Димитровград, 2019

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Технологический институт филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**  
**Кафедра «Эксплуатация транспортно–технологических машин и комплексов»**

**«КОНСТРУКЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРАНСПОРТНЫХ И  
 ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ»**

Дата выдачи задания

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_  
 (подпись) \_\_\_\_\_ ФИО руководителя

Срок сдачи задания

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_  
 (подпись) \_\_\_\_\_ ФИО студента

**ТЕМА ЗАДАНИЯ: Расчет эксплуатационных свойств транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов (вариант 30)**

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

1. Грузоподъемность, т; число пассажиров, n 1,5 т
2. Максимальная скорость, км/ч 120
3. Число передач 5
4. Тип автомобиля и двигателя Грузовой бензиновый (ГАЗ 2752)
5. Колесная формула 4x2
6. Частота вращения вала двигателя

Последняя цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$n_n, \text{мин}^{-1}$										4000

5. В расчетно-пояснительной записке раскрыть следующие разделы:

1. Расчет эксплуатационных показателей автомобиля
  - 1.1 Расчет и выбор эксплуатационной мощности двигателя
  - 1.2 Расчет показателей и построение внешней скоростной характеристики двигателя
2. Тягово-экономический расчет автомобиля
  - 2.1 Расчет и выбор передаточных чисел агрегатов механической трансмиссии
  - 2.2 Расчет скоростей автомобиля
  - 2.3 Расчет динамического фактора и построение динамической характеристики автомобиля
  - 2.4 Расчет путевого расхода топлива и построение экономической характеристики автомобиля
  - 2.5 Расчет и построение графика ускорений автомобиля

6. В графической части представить графики: внешней скоростной характеристики двигателя; динамической характеристики автомобиля; ускорений, пути разгона и времени разгона автомобиля, (формат А-1).

					<b>КР</b>	<b>Шифр 17030</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
Разраб.		Коротков С.И.			ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ	ТИ-филиал УлГАУ	Лит.	Лист	Листов	
Пров.		Хохлов А.А.					У		2	
УТВ.										

Данные для расчета автомобиля

Две последние цифры шифра	Грузоподъемность, т, число пассажиров, n	Максимальная скорость, км/ч	Число передач	Тип автомобиля и двигателя	Колесная формула
02,04	2,0	90	5	ГРУЗОВОЙ БЕНЗИНОВЫЙ	4x4
06,08	0,8	95	4		4x4
10,12	0,8	90	4		4x4
14,16	2,0	95	5		4x4
18,20	2,0	85	5		4x4
22,24	1,5	125	5		4x2
26,28	1,5	115	5		4x2
30,32	1,5	120	5		4x2
34,36	1,5	115	5		4x4
38,40	1,5	120	5		4x4
42,44	4,5	85	4		4x2
46,48	4,5	90	4		4x2
50,52	4,5	90	4		4x2
54,56	6	90	5		4x2
58,60	6	90	5		4x2
62,64	4,5	90	5	ГРУЗОВОЙ ДИЗЕЛЬНЫЙ	4x2
66,68	8	96	5		4x4
70,72	8	90	5		4x2
74,76	2,3	70	5		4x4
78,80	2,3	75	5		4x4
82,84	10	85	5		6x4
86,88	8	85	5		6x4
90,92	6	95	5		4x2
94,96	8	90	5		6x4
98,00	8	95	5		6x4

Данные для расчета автомобиля

Две последние цифры шифра	Грузоподъемность, т, число пассажиров, n	Максимальная скорость, км/ч	Число передач	Тип автомобиля и двигателя	Колесная формула
01,03	4	115	4	ЛЕГКОВОЙ БЕНЗИНОВЫЙ	4x2
05,07	5	155	5		4x2
09,11	5	135	5		4x2
13,15	5	145	5		4x2
17,19	5	150	5		4x2
21,23	5	155	4		4x2
25,27	5	160	4		4x2
29,31	5	170	5		4x2
33,35	5	180	5		4x2
37,39	5	185	5		4x2
41,43	5	157	4		4x2
45,47	5	153	4		4x2
49,51	5	155	5		4x2
53,55	5	160	5		4x2
57,59	5	120	5		4x2
61,63	5	110	4	ЛЕГКОВОЙ ДИЗЕЛЬНЫЙ	4x4
65,67	5	132	4		4x4
69,71	5	150	5		4x4
73,75	5	140	5		4x4
77,79	5	150	5		4x4
81,83	5	135	4	ЛЕГКОВОЙ ДИЗЕЛЬНЫЙ	4x4
85,87	5	110	4		4x4
89,91	5	135	5		4x4
93,95	5	140	5		4x4
97,99	5	130	5		4x4



## Значение коэффициента суммарного сопротивления дороги

Последняя цифра шифра	Коэффициент суммарного сопротивления дороги
1 и 5	0,35
2 и 6	0,36
3 и 7	0,37
4 и 8	0,38
9 и 0	0,39

## Частота вращения коленчатого вала двигателя

Последняя цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Автомобильный дизельный двигатель									
$n_{\text{в}}, \text{мин}^{-1}$	2450	2500	2550	2600	2650	2700	2750	2800	2850	2900
	Бензиновый двигатель грузового автомобиля									
$n_{\text{в}}, \text{мин}^{-1}$	3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000
	Бензиновый двигатель легкового автомобиля									
$n_{\text{в}}, \text{мин}^{-1}$	5100	5200	5300	5400	5500	5600	5700	5800	5900	6000

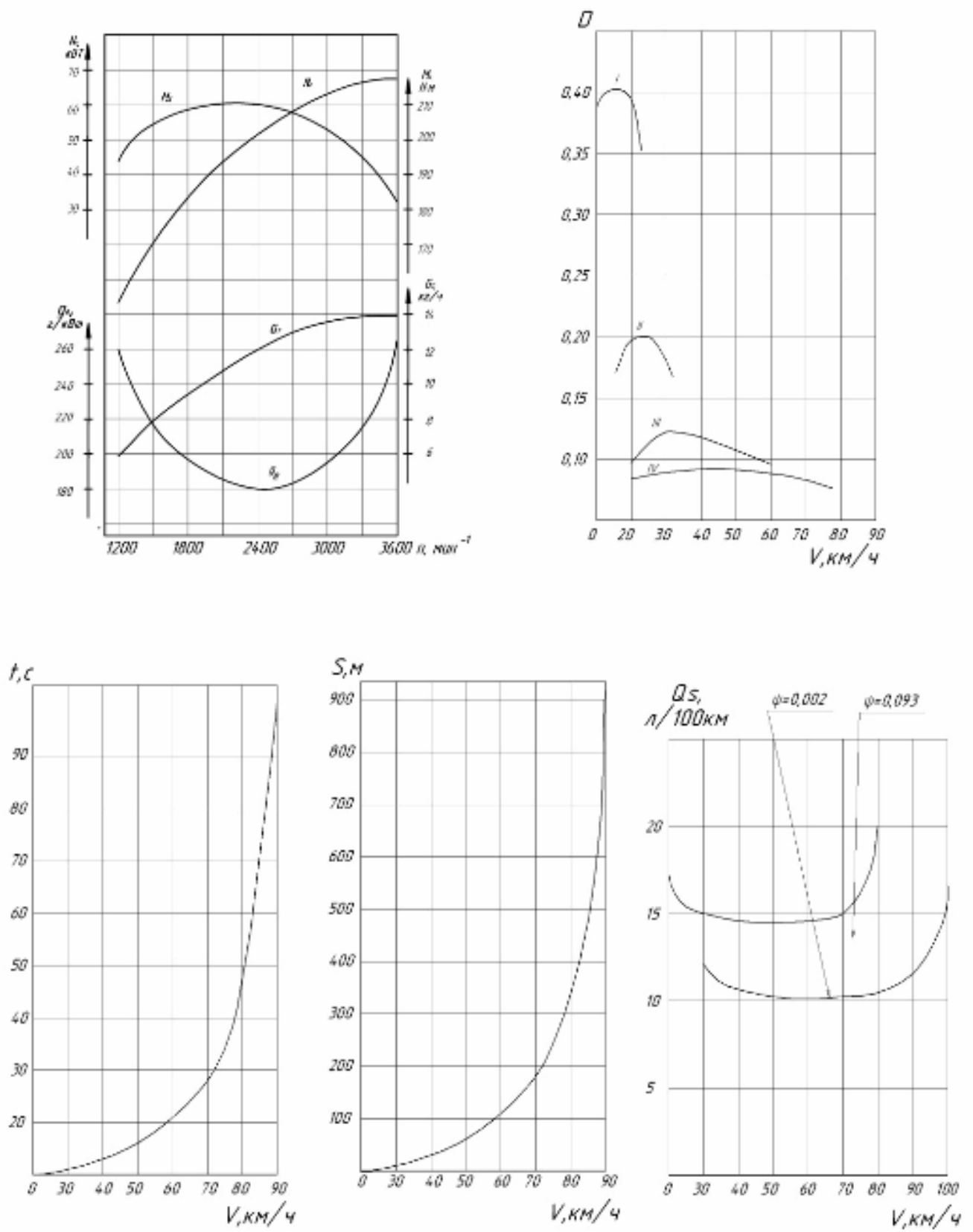
## Технические характеристики грузовых автомобилей

Параметры	Марка автомобилей								
	УАЗ-3303	ГАЗ-6641	ГАЗ-3307	ГАЗ-4301	ЗИЛ-433100	ЗИЛ-433110	КамАЗ-5320	МАЗ-5551	Урал-4320
Колесная формула	4x4	4x4	4x2	4x2	4x2	4x2	6x4	4x2	6x6
Двигатель	УМЗ-4178Б	ГАЗ-544Д	ЗМЗ-5231Б	ГАЗ-542Д	ЗИЛ-645Д	ЗИЛ-508Б	КамАЗ-740.10	ЯМЗ-236М	ЯМЗ-236НЕ
Номинальная мощность двигателя, кВт	66,2	62,5	83	92	136	110	154	132	169
Номинальная частота вращения вала двигателя, мин <sup>-1</sup>	4000	2800	3200	2800	2800	3200	2600	2100	2100
Максимальный крутящий момент двигателя, Нм	171	235	294	370	510	410	637	667	882
Частота вращения вала двигателя при максимальном моменте, мин <sup>-1</sup>	2500	1600	2500	1800	1700	2000	1800	1450	1300
Грузоподъемность, т	0,8	2,0	4,5	5,0	6,0	6,0	8,0	10,0	10,0
Снаряженная масса, кг	1650	3840	3200	4000	5500	5500	7080	6500	9750
Полная масса, кг	2650	6200	7850	9050	12000	12000	15305	17620	19975
Максимальная скорость, км/ч	95	95	90	90	95	90	80	83	85
Расход топлива при скорости 60 км/ч, л/100 км	18,9	16,5	19,6	15	18	25,8	23	22,8	27
База автомобиля, мм	2300	3300	3770	3700	4500	4500	4510	3850	4929
Колея передних колес, мм	1445	1800	1690	1630	1930	1930	2010	1950	2000
Колея задних колес, мм	1445	1750	1630	1690	1850	1850	1850	1900	2000
Габаритные размеры, м	4460x 1965x 2070	5920x 2635x 2520	6550x 2700x 2350	6325x 2380x 2420	6755x 2500x 2660	6755x 2500x 2660	7435x 2500x 3350	5990x 2500x 2925	9545x 2500x 3075
Размерность шин, мм	225/ 75 R 16С	12,00- 18	8,25R 20	8,25R 20	12.00 R20	12.00 R20	9.00 R20	12,00 R20	320/ 80 R20
Дорожный просвет, мм	220	315	265	265	230	230	280	270	360

## Технические характеристики легковых автомобилей

Марка автомобиля	Колесная формула	Максимальная скорость, км/ч	Габаритная ширина автомобиля, мм	Габаритная высота автомобиля, мм	Полная масса автомобиля, кг
АЗЛК-2141	4×2	153	1690	1400	1470
АЗЛК-21412	4×2	145	1690	1400	1480
ВАЗ-1111	4×2	115	1565	1400	975
ВАЗ-1117	4×2	160	1670	1500	1575
ВАЗ-1118	4×2	170	1670	1500	1555
ВАЗ-1119	4×2	180	1670	1500	1525
ВАЗ-2104	4×2	135	1630	1443	1475
ВАЗ-2105	4×2	145	1630	1446	1395
ВАЗ-2106	4×2	150	1620	1440	1435
ВАЗ-21063	4×2	145	1630	1446	1435
ВАЗ-2107	4×2	145	1630	1446	1395
ВАЗ-21083	4×2	160	1620	1400	1345
ВАЗ-21093	4×2	157	1620	1400	1370
ВАЗ-21099	4×2	160	1620	1400	1395
ВАЗ-21102	4×2	170	1680	1420	1535
ВАЗ-21103	4×2	185	1680	1420	1570
ВАЗ-21110	4×2	170	1680	1480	1480
ВАЗ-21113	4×2	185	1680	1480	1515
ВАЗ-2112	4×2	185	1680	1420	1545
ВАЗ-2113	4×2	155	1680	1402	1345
ВАЗ-2114	4×2	155	1650	1402	1370
ВАЗ-2115	4×2	155	1650	1420	1410
ВАЗ-2120	4×4	140	1800	1690	2050
ВАЗ-2121	4×4	137	1680	1640	1610
ВАЗ-2131	4×4	140	1680	1640	1800
ГАЗ-3102	4×2	175	1800	1422	1850
ГАЗ-3110	4×2	170	1800	1422	1790
ИЖ-2126	4×2	155	1790	1450	1380
ИЖ-2717	4×2	120	1790	1800	1750
ЗАЗ-1102	4×2	145	1782	1410	1127
УАЗ-3151	4×4	110	1785	2020	2500
УАЗ-31512	4×4	110	1785	1990	2340
УАЗ-3159	4×4	140	1805	2105	2800
УАЗ-3160	4×4	150	1828	2000	2565

Рисунок 1



## **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

### **Технические характеристики автомобильных двигателей**

Таблица П. 2.1 - Техническая характеристика автомобильных двигателей

Марка автомобиля	Модель двигателя	Тип двигателя (система питания)	Число и расположение цилиндров	Диаметр цилиндра x ход поршня (мм)	Рабочий объем цилиндров (литр)	Мощность (кВт/л.с.)	Частота вращения коленчатого вала (мин <sup>-1</sup> )	Степень сжатия	Удельный расход топлива (г/кВт ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЗАЗ-965	МеМЗ-965	К	V4	66 x 54,5	0,748	16,9/23	4000	6,5	340/250
ЗАЗ-965А	МеМЗ-966	К	V4	72 x 54,5	0,887	19,9/27	4000	6,5	374/275
ЗАЗ-966	МеМЗ-968	К	V4	76 x 66	1,196	31,6/43	4300	7,2	374/275
ЗАЗ-968М	МеМЗ-968А	К	V4	76 x 66	1,196	33,1/45	4500	8,4	326/240
ЗАЗ-1102	МеМЗ-245	К	P4	72 x 67	1,091	37,5/51	5200-5500	9,5	
Москвич-401	МЗМА-400	К	P4	67,5 x 75	1,07	17,8/24,2	4000	6,3	
Москвич-402		К	P4	72 x 75	1,22	26,5/36	4200	7,0	
Москвич-407	МЗМА-407	К	P4	76 x 75	1,36	33,1/45	4500	7,0	313/230
Москвич-412	УМЗ-412Э	К	P4	82 x 70	1,478	55,1/75	5800	8,8	306/225
Москвич-2140	УМЗ-412Э	К	P4	82 x 70	1,478	55,1/75	5800	8,8	306/225
АЗЛК-2141	ВАЗ-2106-70	К	P4	79 x 80	1,569	56,3/76	5400	8,5	
АЗЛК-21412	УМЗО-331.10	К	P4	82 x 70	1,478	53/72	5500	9,5	
ВАЗ-2101(2102)	ВАЗ-2101	К	P4	76 x 66	1,198	45,6/62	5600	8,8	
ВАЗ-2103	ВАЗ-2103	К	P4	76 x 80	1,452	55,1/75	5600	8,8	
ВАЗ-21043	ВАЗ-2103	К	P4	76 x 80	1,452	52,2/71	5600	8,5	
ВАЗ-21045	ВАЗ-341	Д	P4	76 x 84	1,52	39/53			
ВАЗ-21047	ВАЗ-2103	К	P4	76 x 80	1,452	52,2/71	5600	8,5	
ВАЗ-21048	ВАЗ-343	Д	P4	82 x 84	1,77	46/63			
ВАЗ-21053	ВАЗ-2103	К	P4	76 x 80	1,452	52,2/71	5600	8,5	
ВАЗ-2106	ВАЗ-2106	К	P4	79 x 80	1,569	55,9/76	5600	8,5	299/220
ВАЗ-21061	ВАЗ-2103	К	P4	76 x 80	1,452	52,2/71	5600	8,5	
ВАЗ-21063	ВАЗ-21011	К	P4	79 x 69	1,295	47/63,5	5600	8,5	
ВАЗ-21065	ВАЗ-2103	К	P4	76 x 80	1,452	52,2/71	5600	8,5	
ВАЗ-21065	ВАЗ-2106	К	P4	79 x 80	1,569	55,9/76	5600	8,5	299/220
ВАЗ-2107	ВАЗ-2103	К	P4	76 x 80	1,452	52,2/71	5600	8,5	
ВАЗ-21072	ВАЗ-2105 (21011)	К	P4	79 x 66	1,295	47/63,5	5600	8,5	
ВАЗ-21073-40	ВАЗ-21073	В	P4	82 x 80	1,690	58,1/79	5200	9,3	
ВАЗ-21074	ВАЗ-2106	К	P4	79 x 80	1,569	55,1/75	5400	8,5	
ВАЗ-21083	ВАЗ-21083	К	P4	82 x 71	1,499	51,5/70	5600	9,9	
ВАЗ-21083i	ВАЗ-2111	В	P4	82 x 71	1,5	51,5/70			
Самара	ВАЗ-21083 (Торгмаш)	К	P4	82 x 74,8	1,6	63,2/86			
Самара	ВАЗ-21083 (Торгмаш)	К	P4	84 x 74,8	1,7	78/106			
Самара	ВАЗ-21084 (ВАЗ-ОПП)	К	P4	82 x 74,8	1,6	59/80			
Самара	ВАЗ-415 (ВАЗ-СКБ РПД)	РПД	РПД	-	2,6	99,3/135			
ВАЗ-21093	ВАЗ-21083	К	P4	82 x 71	1,499	51,5/70	5600	9,9	
ВАЗ-21093i	ВАЗ-2111	В	P4	82 x 71	1,5	51,5/70			
ВАЗ-21099	ВАЗ-21083	К	P4	82 x 71	1,499	51,5/70	5600	9,9	
ВАЗ-21099i	ВАЗ-2111	В	P4	82 x 71	1,5	51,5/70			
ВАЗ-2110	ВАЗ-2110	К	P4	82 x 71	1,499	51,5/70	5600	9,9	
ВАЗ-21102	ВАЗ-2111	В	P4	82 x 71	1,499	58,1/79	5600	9,9	
ВАЗ-21103	ВАЗ-2112	В	P4	82 x 71	1,499	69,1/94	5600	10,5	
ВАЗ-21106	С20ХЕ "Опель"	В	P4	86 x 86	1,998	110,3/150			
ВАЗ-21108	ВАЗ-2112	В	P4	82 x 71	1,5	68/93			
ВАЗ-21110	ВАЗ-2111	В	P4	82 x 71	1,499	58,1/79	5600	9,9	
ВАЗ-21111	ВАЗ-2111	В	P4	82 x 71	1,499	58,1/79	5600	9,9	
ВАЗ-21113	ВАЗ-2112	В	P4	82 x 71	1,5	68/93	5600	10,5	
ВАЗ-2112	ВАЗ-2112	В	P4	82 x 71	1,5	68/93	5600	10,5	
ВАЗ-21115	ВАЗ-2111	В	P4	82 x 71	1,499	51,5/70			
ВАЗ-2120	ВАЗ-2130	К	P4	82 x 80	1,770	60/82			
ВАЗ-21213	ВАЗ-21213	К	P4	82 x 80	1,690	58,1/79			
ВАЗ-21214	ВАЗ-21214	В	P4	82 x 80	1,690	60/82			
ВАЗ-21218	ВАЗ-21213	К	P4	82 x 80	1,690	58,1/79			
ВАЗ-2121	ВАЗ-2121	К	P4	79 x 80	1,569	53/72	5400	8,5	
ВАЗ-2123	ВАЗ-2123	В	P4	82 x 80	1,690	60/82			
ВАЗ-2131	ВАЗ-21213	К	P4	82 x 80	1,690	58,1/79			
ВАЗ-21312	ВАЗ-2130	К	P4	82 x 84	1,774	60,3/82			
ВАЗ-2329	ВАЗ-2320	К	P4	82 x 84	1,774	60,3/82			
ВАЗ-1111 "Ока"	ВАЗ-1111	К	P2	76 x 71	0,649	21,5/29	5600	9,9	

Продолжение таблицы П.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ВАЗ-1111	ВАЗ-1113	К	P2	79 x 66	0,65	23/31	5500	8,5	
ОКА (КамАЗ)	ВАЗ-1113	К	P2	82 x 71	0,75	24,3/33			
ГАЗ-3110-101	ЗМЗ-4062	В	P4	92 x 86	2,286	107/145	0		
ГАЗ-3110	ГАЗ-560	Д	P4	85 x 94	2,13	70/95			
ГАЗ-3111	ЗМЗ-405	В	P4	92 x 86	2,445	114/155			
ГАЗ-3110-305	ЗМЗ-402	К	P4	92 x 92	2,445	73,5/100	4500		
ГАЗ-3110-411	ЗМЗ-4021	К	P4	92 x 92	2,445	66,1/90	4500		
ГАЗ-310221	ЗМЗ-4021	К	P4	92 x 92	2,445	66,1/90	4500		
ГАЗ-310221	ЗМЗ-402	К	P4	92 x 92	2,445	73,5/100	4500	8,2	
ГАЗ-310221	ЗМЗ-4062	В	P4	92 x 86	2,286	107/145	4500		
ГАЗ-3102-101	ЗМЗ-4062	В	P4	92 x 86	2,286	107/145	5200		
ГАЗ-3102-305	ЗМЗ-4021 (4026.10)	К	P4	92 x 92	2,445	73,5/100	4500	8,2	
ГАЗ-3115	ГАЗ-3301	Д	P6	105 x 120	6,3	92/123	2800		
Победа М-20	М-20	К	P4	82 x 100	2,12	38,2/52	3600	6,2	
ГАЗ-21Р	ЗМЗ-21А	К	P4	92 x 92	2,445	55,1/75	4000	6,7	313/230
ГАЗ-24	ЗМЗ-24Д	К	P4	92 x 92	2,445	70/95	4500	8,2	292/215
ПАЗ-652Б	ГАЗ-12	К	P6	82 x 100	3,48	66,1/90	3600	6,7	
Чайка ГАЗ-13	ГАЗ-13	К	V8	100 x 88	5,52	143,4/195	4300	8,5	306/225
ГАЗ-51А	ГАЗ-51	К	P6	82 x 110	3,48	51,5/70	2800	6,2	367/270
ГАЗ-52-04	ГАЗ-52-04	К	P6	82 x 110	3,48	55,1/75	2800	7,2	
ГАЗ-53А	ЗМЗ-53	К	V8	92 x 80	4,25	84,5/115	3200	6,7	300/220
ГАЗ-69А	ГАЗ-69А	К	P4	82 x 100	2,12	38,2/52	3600	6,1	347/255
ГАЗ-69М	ГАЗ-69Б	К	P4	88 x 100	2,43	44,6/62	3800	6,6	333/245
ГАЗ-33021 "Газель"	ЗМЗ-4025.10	К	P4	92 x 92	2,445	66,1/90	4500	6,7	
ГАЗ-33022 фургон	ЗМЗ-4025.10	К	P4	92 x 92	2,445	66,1/90	4500	6,7	
ГАЗ-53Г изотермический	ЗМЗ-53.27	Г	V8	92 x 80	4,25	69/94	3400	7,0	
ГАЗ-3309 бортовой	ГАЗ-5441.10	ДТ	P4	105 x 120	4,156	85,3/116	2600	16	
ГАЗ-САЗ-4509		Д	P6		6,23	97,8/133			
ГАЗ-2217 (22171)	ГАЗ-560	Д	P4	85 x 94	2,13	70/95			
ГАЗ-2217(22171)	ЗМЗ-4063	К	P4	92 x 86	2,286	81/110	5200		
ГАЗ-3221 "Газель"	ЗМЗ-4021 (4026.10)	К	P4	92 x 92	2,445	73,5/100	4500	8,2	
ГАЗ-2217 "Соболь"	ЗМЗ-4063	К	P4	92 x 86	2,286	81/110	5200		
ГАЗ-2762 "Баргузин"	ЗМЗ-4062	В	P4	92 x 86	2,286	107/145			
Донинвест- Кондор 2,0			P4		1,998	100/136			
Донинвест- Ассоль 1,5			P4		1,498	63,2/86			
Донинвест- Орion 2,0			P4		1,998	100/136			
Москвич- Святогор 1,6	ВАЗ-2106-70	В	P4	79 x 80	1,569	53/72			
Москвич-Святогор 1,7	УМПО-3317	В	P4	85 x 75	1,702	62,5/85			
Москвич-Святогор 1,8	УМПО-3313	В	P4	85 x 80	1,8	62,5/85			
Москвич-Святогор 2,0	ФЗР "Рено" (Франция)	В	P4	82,7 x 93	2,0	82,4/112			
Москвич-Князь Владимир 1,7	УМПО-3317	К	P4	85 x 75	1,702	62,5/85			
Москвич-Князь Владимир 2,0	ФЗР "Рено" (Франция)	В	P4	82,7 x 93	2,0	82,4/112			
Орбита-ИЖ-2126	ВАЗ-21084 (ВАЗ-ОПП)	К	P4	82 x 74,8	1,584	58,8/80			
Ода-ИЖ-2126	ВАЗ-2111	В	P4	82 x 71	1,499	58,1/79	5600	9,9	
УАЗ-469Б	ЗМЗ-451М	К	P4	92 x 92	2,445	53/72	4000	6,7	313/230
УАЗ-31512	ЗМЗ-4021.60	К	P4	92 x 92	2,445	55,9/76	4000	7,0	
УАЗ-31514	ЗМЗ-4021.60	К	P4	92 x 92	2,445	67,6/92			
УАЗ-31519	ЗМЗ-4021.60	К	P4	92 x 92	2,890	72/98	4500	8,2	285/210
УАЗ-2206	ЗМЗ-4021.60	К	P4	92 x 92	2,445	67,6/92			
УАЗ-31601	ЗМЗ-4021.60	К	P4	92 x 92	2,890	72/98	4500	8,2	285/210
УАЗ-3153	ЗМЗ-4021.60	К	P4	92 x 92	2,890	72/98	4500	8,2	285/210
УАЗ-31602	ЗМЗ-4092.10	В	P4		2,7	97,5/132,6			
УАЗ-31604	VM-425 LTRU	Д			2,445	75,7/103			
УАЗ-31605	УМЗ-4213.10	В	P4	100 x 92	2,89	75/102			
УАЗ-31622	ЗМЗ-4092.10	В	P4		2,7	97,5/132,6			
УАЗ-3153	УМЗ-4218.10	К	P4	100 x 92	2,89	61,8/84			
УАЗ-3159	ЗМЗ-409	В	P4		2,7	97,5/132,6			
УАЗ-31512	УМЗ-4178.10	К	P4	92 x 92	2,445	55,9/76			
УАЗ-31514	УМЗ-4218.10	К	P4	100 x 92	2,89	61,8/84			
УАЗ-3303	УМЗ-4218.10	К	P4	100 x 92	2,89	61,8/84			

Продолжение таблицы П.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УАЗ-39094	УМЗ-4218.10	К		100 x 92	2,89	61,8/84			
УАЗ-39095	УМЗ-4218.10	К		100 x 92	2,89	61,8/84			
УАЗ-2206	УМЗ-4218.10	К		100 x 92	2,89	61,8/84			
УАЗ-3741	УМЗ-4218.10	К		100 x 92	2,89	61,8/84			
УАЗ-31512 (3741, 3962, 2206, 3303, 3909)	УМЗ-4178.10	К	Р4	92 x 92	2,445	55,9/76	4000	7,0	
УАЗ-3153 (33036, 39094, 39095)	УМЗ-4218.10	К	Р4	100 X92	2,89	61,8/84	4000	7,0	
ЗИЛ-110	ЗИЛ-110	К	Р8	90 x 118	6,0	103/140	3600	6,9	
ЗИЛ-111	ЗИЛ-111Г		V8	100 x 95	5,98	147/200	4200	9,0	286/210
ЗИЛ-114 (117)	ЗИЛ-114	К	V8	108 x 95	6,96	220/300	4400	9,5	
ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	К	V8	100 x 95	5,98	110/150	3200	6,5	328/240
ЗИЛ-158		К	Р6	101 x 114,3	5,55	80,2/109	2800	6,5	
ЗИЛ-133ГЯ	ЯМЗ-236А	ДТ	V6	130 x 140	11,15	143/195	2100	16,5	214/157
ЗИЛ-5301 бортовой	“Катерпиллар”3054Д	Д			4,75	77,2/105			
ЗИЛ-5301 БО шасси	Д-245.12С ММЗ	ДТ	Р4	110 x 125	4,75	77,2/105	2400	15,1	245/180
ЗИЛ-5301 фургон мебельный	Д-245.12С ММЗ	ДТ	Р4	110 x 125	4,75	77,2/105	2400	15,1	245/180
ЗИЛ-5301 фургон изотермический	Д-245.12С ММЗ	ДТ	Р4	110 x 125	4,75	77,2/105	2400	15,1	245/180
ЗИЛ-432900	Д-245.12С ММЗ	ДТ	Р4	110 x 125	4,75	77,2/105	2400	15,1	245/180
ЗИЛ-433100	ЗИЛ-645	Д	V8	110 x 115	8,743	136/185	2800	18,5	215/158
ЗИЛ-433110	ЗИЛ-508.10	К	V8	100 x 95	5,969	110,3/150	3200	7,1	292/215
ЗИЛ-442300	ЗИЛ-6451	Д	V8	110 x 115	8,743	125/170	2800	18,5	215/158
ЗИЛ-13305	ЗИЛ-6454	Д	V8	115 x 115	9,56	147/200	2800	18,7	215/158
ЗИЛ-ММЗ-555	ЗИЛ-375Я4	К	V8			132,4/180	3200		
ЗИЛ-ММЗ-45065	ЗИЛ-508.10	К	V8	100 x 95	5,969	110,3/150	3200	7,1	292/215
ЗИЛ-ММЗ-45085	ЗИЛ-645	Д	V8	110 x 115	8,743	136/185	2800	18,5	215/158
КамАЗ	ЯМЗ-740	Д	V8	120 x 120	10,85	154/210	2600	16	224/165
КамАЗ	ЯМЗ-741	Д	V10	120 x 120	13,56	191/260	2600	15	238/175
КамАЗ-43101	КамАЗ-740	Д	V8	120 x 120	10,85	161,8/220	2600	16	
КамАЗ-5320	КамАЗ-740	Д	V8	120 x 120	10,85	154/210	2600	16	238/175
КамАЗ-53212	КамАЗ-740	Д	V8	120 x 120	10,85	154/210	2600	16	238/175
КамАЗ-5410	КамАЗ-740	Д	V8	120 x 120	10,85	154/210	2600	16	238/175
КамАЗ-54112	КамАЗ-740	Д	V8	120 x 120	10,85	154/210	2600	16	238/175
КамАЗ-55102	КамАЗ-740	Д	V8	120 x 120	10,85	154/210	2600	16	238/175
КамАЗ-55111	КамАЗ-740	Д	V8	120 x 120	10,85	154/210	2600	16	238/175
КамАЗ	КамАЗ-740.11-240	ДТ	V8	120 x 120	10,85	176/240	2200	16	
КамАЗ	КамАЗ-740.13-260	ДТ	V8	120 x 120	10,85	191/260	2200	17	
КамАЗ	КамАЗ-740.30-260	ДТ	V8	120 x 120	10,85	191/260	2200	16	207/152
КамАЗ	КамАЗ-740.56-320	ДТ	V8	120 x 130	11,76	265/320	2200	16,8	201/148
КамАЗ	КамАЗ-740.50-360	Д	V8	120 x 130	11,76	265/360	2200	16	
КамАЗ-53208 (53218, 55118)	КамАЗ-7409.10	ГД	V8	120 x 120		154/210	2550		G <sub>ГДТ</sub> = 5 -7,5 кг/ч
КамАЗ (автобусы КамАЗ-ПАЗ, НЕФАЗ, ЛИАЗ)	КамАЗ-5297- 1000250	Д	V8	120 x 120	10,85	169/230	2200		207/152
КамАЗ	КамАЗ-740.31-240	ДТ	V8	120 x 120	10,85	176/240	2200	16,5	207/152
КамАЗ	КамАЗ-820.52-260	ГТ	V8	120 x 130	11,76	191/260	2200	12,5	218/0,325*
КамАЗ-4308	CUMMINS В 180 20	ДТ	Р6		5,9	131/178	2500		
ЛИАЗ-18,29 РВ	ЛИАЗ- М 1,2				11,94	205,9/280			
ЛИАЗ-18,29 ТВ	ЛИАЗ- М 1,2				11,94	205,9/280			
ЛИАЗ-18,29 СА	ЛИАЗ- М 1,2 СМ				11,94	252,2/343			
ЛИАЗ-6212	Caterpillar-3126	Д	Р6		7,2	220/300	2200		
КАВЗ-39766-010-05	ММЗ-245.7	Д	Р4		4,75	90/122	2400		
КАВЗ-39766-010-02	ЗМЗ-513	К	V8		4,25	88/120	3200		
ПАЗ-4230-01	ММЗ-245. 9	Д	Р4		4,75	100/136	2400		
ПАЗ-4230-04	CUMMINS В 180 20	ДТ	Р6		5,883	132/180	2500		
ПАЗ-4234	ММЗ-Д 245. 9	Д	Р4		4,75	100/136	2400		
МАЗ-503А	ЯМЗ-236	Д	V6	130 x 140	11,149	132/180	2100	16,5	245/180
	ЯМЗ-238	Д	V8	130 x 140	14,866	176/240	2100	16	238/175
	ЯМЗ-238А	Д	V8	130 x 140	14,866	158/215	2100	16	238/175
МАЗ-53362	ЯМЗ-238Б	Д	V8	130 x 140	14,866	176/240	2100	16	238/175
МАЗ-516Б	ЯМЗ-238	Д	V8	130 x 140	14,866	194/264	2300	16,5	
МАЗ-500А	ЯМЗ-236	Д	V6	130 x 140	11,149	132,4/180	2100	16,5	
МАЗ-53363	ЯМЗ-238Д	Д	V8	130 x 140	14,866	242,6/330	2100	16	238/175
МАЗ-53371-029	ЯМЗ-236М2	Д	V6	130 x 140	11,149	132,4/180			

\* - г/кВт·ч/н·м<sup>3</sup>



## Окончание таблицы П.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
МАЗ-53366	ЯМЗ-238М2	Д	V8	130 x 140	14,866	176,5/240			
МАЗ-54321	ТМЗ-8421	Д			17,24	264,7/360			
МАЗ-54323-32	ЯМЗ-238Б	Д	V8	130 x 140	14,866	176/240			
МАЗ-54326	MAN-D2866	Д			15	272/370			
МАЗ-54329-20	ЯМЗ-238М2	Д	V8	130 x 140	14,866	176,5/240			214/157
МАЗ-54421	MAN-D2866	Д			15	272/370			
МАЗ-5551	ЯМЗ-236М2	Д	V6	130 x 140	11,149	132,4/180			
МАЗ-5516	ЯМЗ-238Б	Д	V8	130 x 140	14,866	220,6/300			
МАЗ-55165	ЯМЗ-238Д	Д	V8	130 x 140	14,866	242,6/330			
МАЗ-63031	ТМЗ-8421	Д			17,24	264,7/360			
МАЗ-64221	ТМЗ-8421	Д			17,24	264,7/360			
МАЗ-64226	MAN-D2866	Д			15	272/370			
МАЗ-64229-32	ЯМЗ-238Д	Д	V8	130 x 140	14,866	242,6/330			
МАЗ-5434	ЯМЗ-238М2	Д	V8	130 x 140	14,866	176,5/240	2100		214/157
МАЗ-54329	ЯМЗ-236НЕ2	ДТ	V6	130 x 140	11,149	169/230	2100		195/143
УРАЛ-4320-10	ЯМЗ-236М2	Д	V6	130 x 140	11,149	132,4/180			
УРАЛ-4320-31	ЯМЗ-238М2	Д	V8	130 x 140	14,866	176,5/240			
УРАЛ-44202-10	ЯМЗ-236М2	Д	V6	130 x 140	11,149	132,4/180			
УРАЛ-5557-10	ЯМЗ-236М2	Д	V6	130 x 140	11,149	132,4/180			
УРАЛ-ЗИС-355		К	P6	101,6 x 14,3	5,55	62,5/85	2600	5,7	
УРАЛ-375	ЗИЛ-375	К	V8	108 x 95	7,0	132,4/180	3200	6,5	240/328
УРАЛ-43206	ЯМЗ-236НЕ2	ДТ	V6	130 x 140	11,149	169/230	2100		195/143
МАРЗ-52661	ЯМЗ-236НЕ	ДТ	V6	130 x 140	11,149	173/235	2100		206/152
МАРЗ-5266	ЯМЗ-236НЕ	ДТ	V6	130 x 140	11,149	173/235	2100		206/152
МАРЗ-4219	ЯМЗ-236НЕ	ДТ	V6	130 x 140	11,149	173/235	2100		206/152
КрАЗ-6510	ЯМЗ-238М2	Д	V8	130 x 140	14,866	176,5/240	2100		214/157
КрАЗ-257	ЯМЗ-238	Д	V8	130 x 140	14,85	176/240	2100	16,5	
КрАЗ-260	ЯМЗ-238Л	Д	V8	130 x 140	14,866	220,6/300	2100	16,5	
КрАЗ-260 В	ЯМЗ-238Л	Д	V8	130 x 140	14,866	220,6/300	2100	16,5	
КрАЗ-6444	ЯМЗ-238М2	Д	V8	130 x 140	14,866	176,5/240	2100		214/157
КрАЗ-65101-10	ЯМЗ-238М2	Д	V8	130 x 140	14,866	176,5/240	2100		214/157
БелАЗ-75485	ЯМЗ-240НМ2	ДТ	V12	130 x 140	22,3	368/500	2100		208/153
БелАЗ-75486	ЯМЗ-240НМ2	ДТ	V12	130 x 140	22,3	368/500	2100		208/153
БелАЗ-540В	ЯМЗ-240Р	Д	V12	130 x 140	22,3	265/360	2100	16,5	238/175
БелАЗ-548В	ЯМЗ-240Н	ДТ	V12	130 x 140	22,3	368/500	2100	16,5	238/175
Татра-815-21AS01	ТЗВ-928-10				12,667	230,1/313			
Татра-815-2V51	ТЗВ-928-50				12,667	225/306			
Татра-815-260N32	ТЗВ-928-60				12,667	255,1/347			
Татра-818-24BS81	ТЗВ-928-40				12,667	270,6/368			
Татра-260N51	ТЗВ-928-60				12,667	255,1/347			
Мерседес-Бенц-814	310 LEV				4,25	100/136			
Мерседес-1840 Актрос	OM412LEV				12,763	280/381			
СисуSR (шасси)	Камминс M11				10,8	250/340			
Вольво FL6	D6A				5,48	132,4/180			
ИВЕКО "Дейли" (фургон)	8140.67F				2,499	60,3/82			
ИВЕКО 35.12 (шасси)	8140.4F				2,499	85,3/116			
ДАФ FT 95 XF	WS315 MATI				11,627	315,4/429			

К – карбюраторный; Д – дизельный; ДТ – дизельный с турбонаддувом; В – впрысковый; Г – газовый; ГТ – газовый с турбонаддувом; ГД – газодизельный; РПД – роторно-поршневой двигатель; Р – рядный; V – двухрядный

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

**Сведения о моторных топливах,  
коэффициенты и основные пока-  
затели рабочего цикла автомо-  
бильных двигателей**

Таблица П.3.1 – Средний элементарный состав жидких топлив

Жидкое топливо	Содержание, кг		
	С	Н	О
Бензин	0,855	0,145	-
Дизельное топливо	0,870	0,126	0,004

Таблица П.3.2 – Средний элементарный состав газообразных топлив

Газообразное топливо	Содержание, м <sup>3</sup> (или моль)								
	Метан СН <sub>4</sub>	Этан С <sub>2</sub> Н <sub>6</sub>	Пропан С <sub>3</sub> Н <sub>8</sub>	Бутан С <sub>4</sub> Н <sub>10</sub>	Тяжелые углеводороды С <sub>n</sub> Н <sub>m</sub>	Водород Н <sub>2</sub>	Оксид углерода СО	Углекислый газ СО <sub>2</sub>	Азот N <sub>2</sub>
Природный газ	90	2,96	0,17	0,55	0,42	0,28		0,47	5,15
Синтез-газ	52	-	-	-	3,4	9	11		24,6
Светильный газ	16,2	-	-	-	8,6	27,8	20,2		22,2

Таблица П.3.3 – Низшая теплота сгорания (низшая теплотворная способность) топлива

Топливо	Низшая теплота сгорания
Бензин	44 МДж/ кг
Дизельное топливо	42,5 МДж /кг
Природный газ	35 МДж /м <sup>3</sup>
Пропан	85,5 МДж /м <sup>3</sup>
Бутан	112 МДж /м <sup>3</sup>

Таблица П.3.4 – Коэффициент избытка воздуха  $\alpha$  для различных двигателей при номинальной мощности

Двигатель	$\alpha$
Карбюраторные двигатели	0,80-0,96
Двигатели с форкамерно-факельным зажиганием	0,85–0,98 >
Впрысковые бензиновые двигатели	0,85-1,30
Дизели с непосредственным впрыском: <ul style="list-style-type: none"> <li>• объемное смесеобразование</li> <li>• пленочное смесеобразование</li> </ul>	1,5-1,7 1,5-1,6
Дизели: <ul style="list-style-type: none"> <li>• вихрекамерные</li> <li>• предкамерные</li> </ul>	1,30-1,45 1,4-1,5
Дизели с наддувом	1,3-2,2

Таблица П.3.5 – Пределы изменения коэффициентов и показателей рабочего цикла двигателей

Коэффициенты и показатели	Двигатель				
	бензиновый		газовый	дизельный	дизельный с наддувом
	карб.	впрыск.			
Коэффициент остаточных газов	0,04–0,10			0,02-0,05	-
Коэффициент наполнения	0,7-0,9	0,80-0,96	-	0,80-0,94	0,80-0,97
Показатель политропы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• сжатия</li> <li>• расширения</li> </ul>	1,34-1,37 1,23-1,30		1,34-1,36 1,25-1,35	1,36-1,39 1,18-1,30	- -
Среднее индикаторное давление, МПа	0,6-1,4		-	0,7-1,1	До 2,2
Индикаторный КПД	0,3-0,4	0,35-0,45	0,28-0,35	0,40-0,50	
Удельный индикаторный расход топлива (номинальный), г/кВт·ч	210-275	180-230	10,5-13,5* МДж/кВт·ч	170-210	
Среднее эффективное давление, МПа	0,6-1,1	до 1,3	0,50-0,75	0,65-0,85	до 2,0
Механический КПД	0,75-0,92		0,75-0,85	0,70-0,82	0,8-0,9
Эффективный КПД	0,25-0,38		0,23-0,30	0,35-0,42	0,38-0,45
Удельный эффективный расход топлива (номинальный), г/кВт·ч	230-310	200-290	12-17 МДж/кВт·ч	200-235 220-260**	
Степень сжатия	6-12	до 13	6-11	16-23 17-22**	20-25 >

\* Удельный расход теплоты

\*\* Для дизелей с разделенной формой камеры сгорания

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

**Основные показатели, кинематические  
параметры и табличные функции  
для теплового расчета автомобильных  
двигателей**

**Таблица П.4.1 – Показатели рабочего цикла двигателей и основные размеры элементов кривошипно-шатунного механизма**

Модель двигателя	Среднее эффективное давление (кг/см <sup>2</sup> /МПа)	Средняя скорость поршня (м/с)	Масса комплекта поршневой группы (г)	Масса шатуна (г)	Длина шатуна (мм)	Диаметр маховика (мм)
МеМЗ-965	6,6/ 0,647	7,25	287	439	115	238
МЗМА-400	5,46/ 0,53	10,0	332	640	160	251
МЗМА-407	6,62/ 0,64	11,3	442	840	140	260
ЗМЗ-451М	6,63/ 0,651	12,3	230	1021		
М-20	6,25/ 0,61	12	627	988	202	299
ЗМЗ-21А	6,9/ 0,67	12,3	772	1021	160	288
ЗМЗ-24Д	8,0/ 0,78	13,8		1021	160	
ГАЗ-12	6,45/ 0,7	13,2	627	988		
ГАЗ-13	6,25/ 0,71	12,9	908	1196	168	
ГАЗ-51	6,46/ 0,633	10,3	627	988	202	346
ЗМЗ-53	7,25/ 0,71	8,0	722	950	156	344,5
ГАЗ-69Б	6,05/ 0,593	12,7		988		
ЗИЛ-110	5,83/ 0,6	14,1	786	1266	235	337
ЗИЛ-111Г	7,3/ 0,72	14	1034	1195	175	
ЗИЛ-130	7,05/ 0,691	10,2	1187	1272	185	384
ЗИЛ-375	7,3/ 0,715	10,2	1307	1282	185	384
ЯМЗ-238	6,9			4130	4200	
ЯМЗ-240Н	10	6,8	5993		9262	
Д-30	5,47/ 0,53	6,4	1338	1598	215	
Д-35	5,83/ 0,57	6,1	1956	3535	260	
Д-54	5,0/ 0,491	5,42	5362	5828	330	
Д-75	6,1/ 0,598	7,6	5362	5828	330	
КДМ-46	5,4/ 0,529	6,8	5931	9262	380	
6КДМ-50Т	6,2/ 0,608	6,8	5931	9262	380	
А-41	6,2/ 8,43	8,17	4152	47,7	425	265
А-01М	6,2/ 8,43	7,93	4152	47,7	4252	265

**Таблица П.4.2 – Значения масс элементов кривошипно-шатунного механизма автомобильных двигателей**

Параметры	Москвич-408	М-24	ГАЗ-51	ЗМЗ-53А	ЗИЛ-130	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238
Число цилиндров	4	4	6	8	8	6	8
Диаметр цилиндров в мм	76	92	82	92	100	130	130
Ход поршня в мм	75	92	110	60	95	140	140
Рабочий объем всех цилиндров в л	1,36	2,45	3,48	4,25	5,97	11,35	14,86
Степень сжатия	7,0	6,6	6,6	6,7	6,5	16,5	16,5
Эффективная мощность л. с.	50	70	70	115	150	180	240
Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	4750	4000	2800	3200	3200	2100	2100
Литровая мощность, л. с./л	36,8	28,6	20,1	27,1	25,2	16,15	16,15
Расположение клапанов	верхнее	верхнее	нижнее	верхнее	верхнее	верхнее	верхнее
Масса поршневого Комплекта, кг	0,45	0,63	0,65	0,75	1,18	3,524	4,0
Масса шатуна, кг	0,84	1,021	0,988	0,95	1,272	4,335	5,0
Масса приведенного Кривошипа, кг	1,5	2,8	4,0	4,2	4,35	12,0	15,0
Длина шатуна, мм	140	169	202	156	185	265	270

**Таблица П.4.3 – Примерные значения масс элементов кривошипно-шатунного механизма автомобильных и тракторных двигателей**

Элементы кривошипно-шатунного механизма	Конструктивные массы, $m' = m/F_n$ , кг/м <sup>2</sup>	
	карбюраторные, газовые, впрысковые двигатели Д = 70...100 мм	дизельные двигатели Д = 80...140 мм
Поршневая группа ( $m'_n = m_n/F_n$ ): - поршень из алюминиевого сплава - поршень из чугуна	80...150 150...250	150...350 250...450
Шатун ( $m'_ш = m_ш/F_n$ )	100...200	250...450
Неуравновешенная часть колена вала без противовесов ( $m'_к = m_к/F_n$ ): - стальной кованый вал - чугунный литой вал	150...200 100...200	200...450 150...350

**Примечание.** Большие значения  $m'$  относятся к двигателям с большим диаметром цилиндра.

**Таблица П.4.4 – Порядок работы и чередование вспышек четырехтактных двигателей**

Расположение и число цилиндров	Порядок работы цилиндров	Интервалы чередования вспышек	Модель двигателя
P2	1-2-0-0	180°-540°	Д-21А1, Д-120, ВАЗ-1113
P4	1-3-4-2; 1-2-4-3	равно нулю, 180°	Д-144-07, Д-145Т, Д-65Н, Д-240Т, А-41Т, Д-440, Д-160Б, УЗАМ-412Э, ВАЗ, ЗМЗ-24Д
P6	1-5-3-6-2-4	равномерно, 120°	ГАЗ-3301, А-01Т, Д-260Т
V4	1-3-4-2	равномерно, 90°	МеМЗ-969А
V6	1-4-2-5-3-6	90°, -150°, -90°, -150° и т. д.	КАМАЗ-740, СМД-31, СМД-60
V8	1-5-4-2-6-3-7-8	равномерно, 90°	ЗМЗ-53.11, ЗМЗ-53.27, ЗИЛ-130, ЗИЛ-645Н, ЯМЗ-238НБ, СМД-86
V12	1-12-5-8-3-10-6-7-2-11-4-9	75°, -45°, -75°, -45° и т. д.	ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-240Н

**Таблица П.4.5 – Значения постоянной  $\lambda$  (отношение радиуса кривошипа к длине шатуна) кривошипно-шатунного механизма для автомобильных и тракторных двигателей**

Марка двигателя	Значение	Марка двигателя	Значение
МеМЗ-969А	0,237	А-41М, А-01М	0,264
ВАЗ-1113, ВАЗ-2106, ВАЗ-2107, ВАЗ-3411, ВАЗ-342, УЗАМ-412Э	0,295	Д-440	0,262
ЗМЗ-402.10, ЗМЗ-24Д, ЗМЗ-53.М, ЗМЗ-53.27	0,295	КамАЗ-740, КамАЗ-7401	0,268
ЗИЛ-130, ЗИЛ-645Н	0,257	Д-160Б, Д-200	0,264
Д-21А1, Д-120, Д-144	0,279	ЯМЗ-238НБ	0,264
Д-65Н, Д-240Т, Д-260Т	0,272	ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-240Н	0,266
СМД-31, СМД-60, СМД-86	0,280	ЯМЗ-740, ЯМЗ-743	0,267



**Таблица П.4.6 – Табличные значения синусов и косинусов углов поворота кривошипа коленчатого вала**

Градусы	sin	cos	Градусы	sin	cos	Градусы	sin	cos
0	0,0000	1,000	30	0,500	0,8660	60	0,866	0,5000
1	0,0175	0,9998	31	0,5150	0,8572	61	0,8746	0,4848
2	0,0349	0,9994	32	0,5299	0,8480	62	0,8829	0,4695
3	0,0523	0,9986	33	0,5446	0,8387	63	0,8910	0,4540
4	0,0698	0,9976	34	0,5592	0,8290	64	0,8988	0,4384
5	0,0872	0,9962	35	0,5736	0,8192	65	0,9063	0,4226
6	0,1045	0,9945	36	0,5878	0,8090	66	0,9135	0,4067
7	0,1219	0,9925	37	0,6018	0,7986	67	0,9205	0,3907
8	0,1392	0,9903	38	0,6157	0,7880	68	0,9272	0,3746
9	0,1564	0,9877	39	0,6293	0,7771	69	0,9336	0,3584
10	0,1736	0,9848	40	0,6428	0,7660	70	0,9397	0,3420
11	0,1908	0,9816	41	0,6561	0,7547	71	0,9455	0,3256
12	0,2079	0,9781	42	0,6691	0,7431	72	0,9511	0,3090
13	0,2250	0,9744	43	0,6820	0,7314	73	0,9563	0,2924
14	0,2419	0,9703	44	0,6947	0,7193	74	0,9613	0,2756
15	0,2588	0,9659	45	0,7071	0,7071	75	0,9659	0,2588
16	0,2756	0,9613	46	0,7193	0,6947	76	0,9703	0,2419
17	0,2924	0,9563	47	0,7314	0,6820	77	0,9744	0,2250
18	0,3090	0,9511	48	0,7431	0,6691	78	0,9781	0,2079
19	0,3256	0,9455	49	0,7547	0,6561	79	0,9816	0,1908
20	0,3420	0,9397	50	0,7660	0,6428	80	0,9848	0,1736
21	0,3584	0,9336	51	0,7771	0,6293	81	0,9877	0,1564
22	0,3746	0,9272	52	0,7880	0,6157	82	0,9903	0,1392
23	0,3907	0,9205	53	0,7986	0,6018	83	0,9925	0,1219
24	0,4067	0,9135	54	0,8090	0,5878	84	0,9945	0,1045
25	0,4226	0,9063	55	0,8192	0,5736	85	0,9962	0,0872
26	0,4384	0,8988	56	0,8290	0,5592	86	0,9976	0,0698
27	0,4540	0,8910	57	0,8387	0,5446	87	0,9986	0,0523
28	0,4695	0,8829	58	0,8480	0,5299	88	0,9994	0,0349
29	0,4848	0,8746	59	0,8572	0,5150	89	0,9998	0,0175
						90	1,000	0,0000

**Таблица П.4.7 – Табличные значения функции  $(\cos \alpha + \lambda \cos 2 \alpha)$   
при различных значениях  $\alpha$  и  $\lambda$**

$\alpha^\circ$	Знак	$\cos \alpha + \lambda \cos 2 \alpha$								Знак	$\alpha^\circ$
		0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31		
0	+	1,240	1,250	1,260	1,270	1,280	1,290	1,300	1,310	+	360
30	+	0,986	0,991	0,996	1,001	1,006	1,011	1,016	1,021	+	330
60	+	0,380	0,375	0,370	0,365	0,360	0,355	0,350	0,345	+	300
90	-	0,240	0,250	0,260	0,270	0,280	0,290	0,300	0,310	-	270
120	-	0,620	0,625	0,630	0,635	0,640	0,645	0,650	0,655	-	240
150	-	0,746	0,741	0,736	0,731	0,726	0,721	0,716	0,711	-	210
180	-	0,760	0,750	0,740	0,730	0,720	0,710	0,700	0,690	-	180

**Таблица П.4.8 – Табличные значения функции  $(\cos \alpha + \lambda \cos 2 \alpha)$   
для определения ускорений поршня**

Угол поворота коленвала, $\alpha^\circ$ п.к.в.	Знак функций	$\lambda$										Знак функций	Угол поворота коленвала, $\alpha^\circ$ п.к.в.
		1/3,4	1/3,5	1/3,6	1/3,7	1/3,8	1/3,9	1/4,0	1/4,1	1/4,2	1/4,3		
0	+	1,294	1,286	1,278	1,270	1,264	1,257	1,250	1,244	1,238	1,233	+	360
10	+	1,262	1,255	1,247	1,240	1,233	1,227	1,220	1,215	1,209	1,204	+	350
20	+	1,169	1,162	1,156	1,150	1,144	1,139	1,134	1,129	1,124	1,120	+	340
30	+	1,020	1,015	1,011	1,006	1,002	0,999	0,995	0,992	0,989	0,985	+	330
40	+	0,825	0,823	0,820	0,819	0,818	0,815	0,814	0,813	0,811	0,810	+	320
50	+	0,597	0,598	0,599	0,600	0,601	0,602	0,603	0,603	0,604	0,605	+	310
60	+	0,357	0,358	0,361	0,365	0,368	0,372	0,375	0,378	0,381	0,384	+	300
70	+	0,111	0,117	0,124	0,130	0,136	0,141	0,147	0,152	0,156	0,161	+	290
80	+	0,114	0,106	0,098	0,090	0,082	0,075	0,068	0,062	0,056	0,050	-	280
90	-	0,308	0,299	0,290	0,287	0,281	0,266	0,258	0,252	0,246	0,240	-	270
100	-	0,462	0,453	0,445	0,437	0,430	0,423	0,416	0,410	0,404	0,398	-	260
110	-	0,574	0,567	0,561	0,554	0,548	0,543	0,537	0,533	0,528	0,523	-	250
120	-	0,647	0,643	0,639	0,635	0,632	0,628	0,625	0,622	0,619	0,616	-	240
130	-	0,689	0,688	0,687	0,686	0,685	0,684	0,683	0,682	0,681	0,681	-	230
140	-	0,708	0,710	0,712	0,714	0,715	0,717	0,718	0,720	0,721	0,722	-	220
150	-	0,713	0,717	0,721	0,726	0,730	0,733	0,737	0,740	0,743	0,747	-	210
160	-	0,711	0,717	0,723	0,730	0,735	0,740	0,746	0,751	0,755	0,760	-	200
170	-	0,707	0,715	0,723	0,730	0,736	0,743	0,749	0,755	0,760	0,766	-	190
180	-	0,706	0,714	0,722	0,730	0,737	0,743	0,750	0,756	0,762	0,768	-	180

**Таблица П.4.9 – Табличные значения функции  $\sin(\alpha + \beta) / \cos \beta$**

$\alpha^\circ$	Знак	$\sin(\alpha + \beta) / \cos \beta$								Знак	$\alpha^\circ$
		0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31		
0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	-	360
30	+	0,605	0,609	0,613	0,618	0,622	0,627	0,631	0,636	-	330
60	+	0,972	0,976	0,981	0,985	0,990	0,995	0,999	1,004	-	300
90	+	1	1	1	1	1	1	1	1	-	270
120	+	0,760	0,756	0,751	0,747	0,742	0,737	0,733	0,728	-	240
150	+	0,395	0,391	0,387	0,382	0,378	0,373	0,369	0,364	-	210
180	+	0	0	0	0	0	0	0	0	-	180

Таблица П.4.10 – Табличные значения функции  $\cos(\alpha + \beta) / \cos \beta$

$\alpha^\circ$	Знак	$\cos(\alpha + \beta) / \cos \beta$								Знак	$\alpha^\circ$
		0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31		
0	+	1	1	1	1	1	1	1	1	+	360
30	+	0,806	0,803	0,801	0,798	0,795	0,793	0,790	0,788	+	330
60	+	0,317	0,309	0,301	0,293	0,285	0,277	0,269	0,261	+	300
90	-	0,245	0,256	0,267	0,278	0,289	0,300	0,311	0,322	-	270
120	-	0,683	0,691	0,699	0,707	0,715	0,723	0,731	0,739	-	240
150	-	0,926	0,929	0,931	0,934	0,937	0,939	0,942	0,944	-	210
180	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-	180

Таблица П.4.11 – Табличные значения функции  $\frac{\sin \beta + \alpha(\lambda)}{\cos \beta}$  для определения силы T

Угол поворота коленвала, $\alpha^\circ$ п.к.в.	Знак функций	$\lambda$										Знак функций	Угол поворота коленвала $\alpha^\circ$ п.к.в.	
		1/3,4	1/3,5	1/3,6	1/3,7	1/3,8	1/3,9	1/4,0	1/4,1	1/4,2	1/4,3			
0	+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	360
10	+	0,224	0,223	0,221	0,220	0,219	0,218	0,216	0,215	0,214	0,213	0,213	-	350
20	+	0,437	0,434	0,432	0,429	0,427	0,425	0,423	0,421	0,419	0,417	0,417	-	340
30	+	0,628	0,625	0,622	0,618	0,615	0,612	0,609	0,606	0,604	0,598	0,598	-	330
40	+	0,790	0,786	0,782	0,778	0,774	0,771	0,768	0,764	0,761	0,759	0,759	-	320
50	+	0,915	0,910	0,906	0,902	0,898	0,895	0,892	0,888	0,885	0,883	0,883	-	310
60	+	0,998	0,994	0,990	0,986	0,983	0,980	0,977	0,974	0,971	0,969	0,969	-	300
70	+	1,038	1,035	1,032	1,030	1,027	1,025	1,022	1,020	1,020	1,020	1,016	-	290
80	+	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	280
90	+	1,037	1,035	1,034	1,033	1,031	1,030	1,029	1,028	1,027	1,026	1,026	-	270
100	+	0,932	0,934	0,935	0,937	0,938	0,940	0,941	0,942	0,943	0,944	0,944	-	260
110	+	0,841	0,844	0,847	0,850	0,852	0,855	0,857	0,859	0,861	0,863	0,863	-	250
120	+	0,734	0,738	0,742	0,746	0,749	0,752	0,755	0,758	0,761	0,763	0,763	-	240
130	+	0,617	0,622	0,626	0,630	0,634	0,637	0,641	0,644	0,647	0,650	0,650	-	230
140	+	0,495	0,500	0,504	0,508	0,511	0,515	0,518	0,521	0,524	0,527	0,527	-	220
150	+	0,371	0,375	0,379	0,382	0,385	0,388	0,391	0,394	0,396	0,396	0,396	-	210
160	+	0,247	0,250	0,252	0,255	0,257	0,259	0,261	0,263	0,265	0,267	0,267	-	200
170	+	0,123	0,125	0,126	0,127	0,129	0,130	0,131	0,132	0,133	0,134	0,134	-	190
180	+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	180

Таблица П.4.12 – Табличные значения функции  $\cos \beta \pm \alpha / \cos \beta$  для определения силы  $Z$

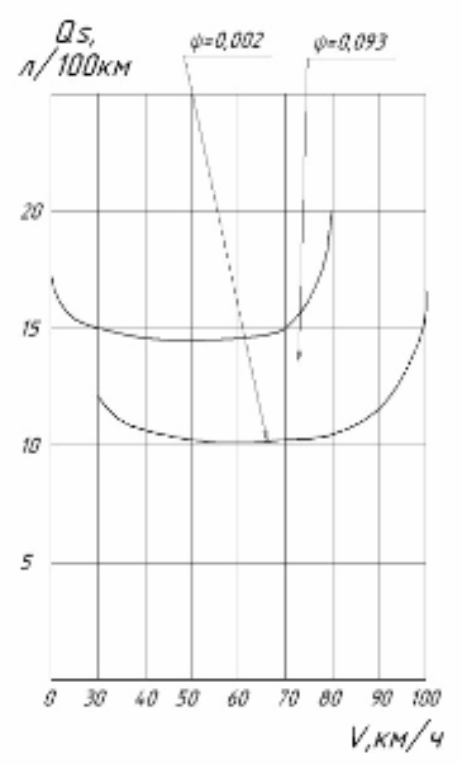
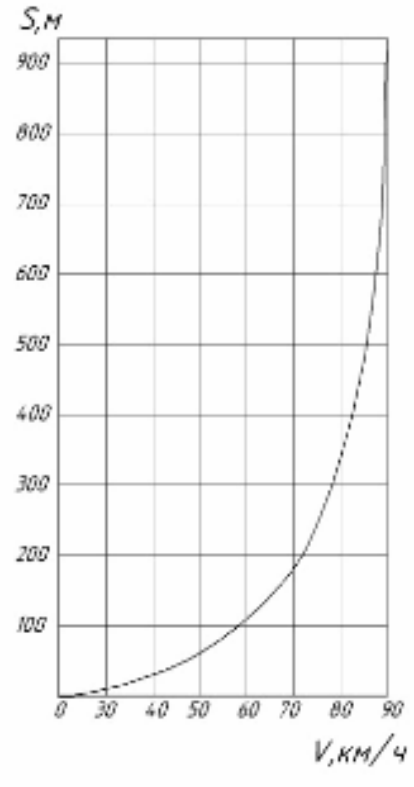
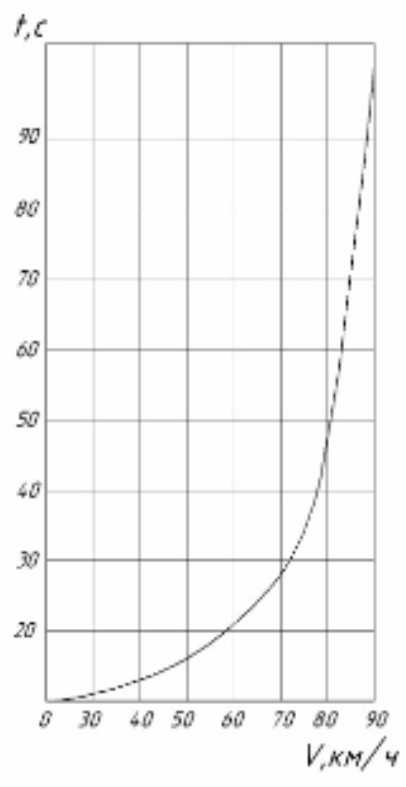
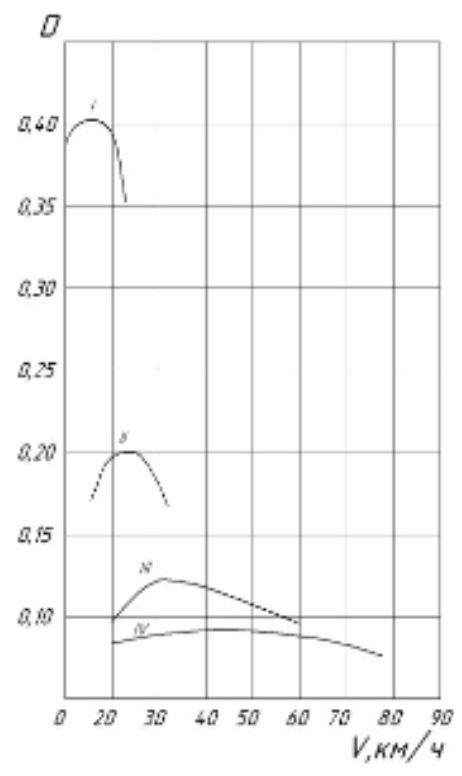
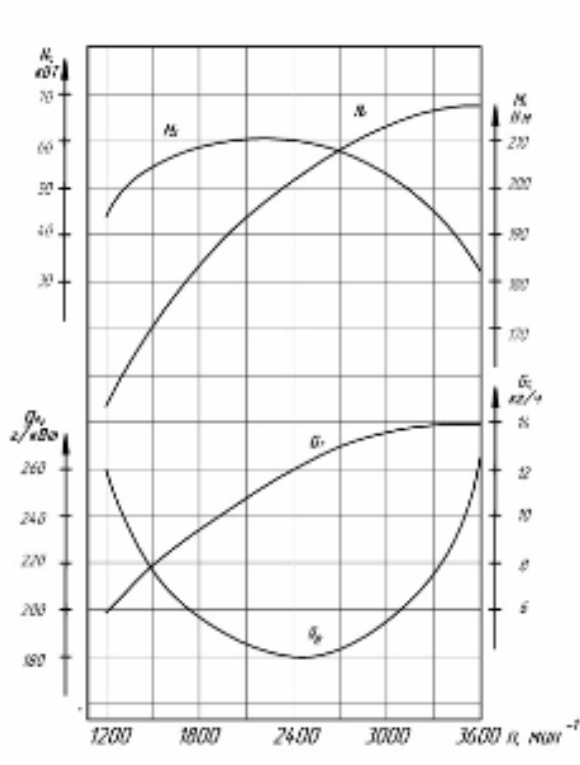
Угол поворота коленвала, $\alpha$ °п.к.в.	Знак функций	$\lambda$										Знак функций	Угол поворота коленвала, $\alpha$ °п.к.в.
		1/3,4	1/3,5	1/3,6	1/3,7	1/3,8	1/3,9	1/4,0	1/4,1	1/4,2	1/4,3		
0	+	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	+	360
10	+	0,976	0,976	0,976	0,977	0,977	0,977	0,977	0,978	0,978	0,978	+	350
20	+	0,906	0,906	0,907	0,908	0,909	0,910	0,910	0,911	0,912	0,912	+	340
30	+	0,792	0,794	0,796	0,798	0,800	0,801	0,803	0,805	0,806	0,808	+	330
40	+	0,642	0,646	0,649	0,653	0,656	0,659	0,661	0,664	0,667	0,669	+	320
50	+	0,466	0,471	0,476	0,481	0,485	0,489	0,493	0,497	0,501	0,504	+	310
60	+	0,272	0,279	0,285	0,292	0,297	0,303	0,308	0,313	0,318	0,322	+	300
70	+	0,072	0,080	0,088	0,095	0,102	0,109	0,115	0,121	0,126	0,132	+	290
80	-	0,124	0,115	0,106	0,098	0,091	0,083	0,077	0,070	0,064	0,058	-	280
90	-	0,308	0,298	0,289	0,281	0,273	0,265	0,258	0,252	0,245	0,240	-	270
100	-	0,472	0,462	0,454	0,446	0,438	0,431	0,424	0,417	0,411	0,405	-	260
110	-	0,612	0,604	0,596	0,589	0,582	0,575	0,570	0,563	0,558	0,552	-	250
120	-	0,728	0,721	0,715	0,709	0,703	0,697	0,692	0,687	0,683	0,678	-	240
130	-	0,820	0,815	0,810	0,805	0,800	0,796	0,792	0,789	0,785	0,782	-	230
140	-	0,890	0,886	0,883	0,879	0,876	0,874	0,871	0,868	0,866	0,863	-	220
150	-	0,940	0,938	0,936	0,934	0,932	0,931	0,929	0,928	0,926	0,919	-	210
160	-	0,974	0,973	0,972	0,971	0,971	0,970	0,969	0,968	0,968	0,967	-	200
170	-	0,994	0,993	0,993	0,993	0,993	0,993	0,992	0,992	0,992	0,992	-	190
180	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	180

Таблица П.4.13 – Табличные значения функции  $([1 - \cos \lambda + \alpha / 4 (1 - \cos 2)]) / \alpha$  для определения перемещения поршня

$\alpha$ °/ $\lambda$	1/3,5	1/3,7	1/3,9	1/4,1	1/4,3	1/4,5	$\varphi$ °
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	360
30	0,170	0,168	0,166	0,165	0,163	0,162	330
60	0,607	0,601	0,596	0,592	0,587	0,584	300
90	1,143	1,135	1,128	1,122	1,116	1,111	270
120	1,607	1,601	1,596	1,592	1,587	1,583	240
150	1,902	1,900	1,898	1,897	1,895	1,894	210
180	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	180

Таблица П.4.14 – Табличные значения функции  $(\sin \lambda + \alpha / 2 \sin 2) / \alpha$  для определения скоростей поршня

$\alpha$ °/ $\lambda$	Знак	1/3,5	1/3,7	1/3,9	1/4,1	1/4,3	1/4,5	Знак	$\alpha$ °
0		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		360
30	+	0,624	0,617	0,611	0,606	0,601	0,596	-	330
60	+	0,990	0,983	0,977	0,972	0,967	0,962	-	300
90	+	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	270
120	+	0,749	0,749	0,755	0,760	0,765	0,770	-	240
150	+	0,383	0,383	0,389	0,394	0,399	0,403	-	210
180		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		180



## **ПРИЛОЖЕНИЕ 5**

**Общие сведения  
об автомобилях**

**Таблица П 5.1 – Коэффициенты сопротивления качению  $f$   
и коэффициенты сцепления  $\phi$  автомобилей**

Вид почвы или дороги	$f$	$\phi$
Асфальтированное шоссе	0,013-0,020	0,60-0,75
Гравийно-щебеночная дорога	0,020-0,030	0,50-0,65
Булыжная мостовая	0,025-0,035	0,40-0,50
Сухая грунтовая дорога	0,03-0,05	0,50-0,70
Грунтовая дорога после дождя	0,05-0,15	0,35-0,50
Песок	0,17-0,30	0,65-0,75
Снежная укатанная дорога	0,03-0,04	0,30-0,35

**Таблица П 5.2 – Справочные данные по автомобильным  
диагональным шинам**

Размер шин ( $b_n-d$ ), дюйм	Давление воздуха в шинах, МПа	Грузоподъемность шины в кг при указанном давлении воздуха
<b>Для грузовых автомобилей и прицепов</b>		
6,50-20	0,275-0,35	500-750
7,50-20	0,275-0,35	850-1000
8,25-20	0,275-0,40	1000-1300
9,0-20	0,325-0,45	1250-1550
10,0-18	0,35-0,50	1400-1700
10,0-20	0,35-0,50	1500-1800
11,0-20	0,35-0,50	1700-2050
12,0-20	0,425-0,55	2100-2400

## Маркировка шин

Основные размеры *диагональной шины* приводятся в дюймах и миллиметрах.

Например, 6,15-13/155-13,

где 6,15 – условная ширина профиля (B), дюйм;

13 – посадочный диаметр (d) шины (или обода колеса), дюйм;

155 – условная ширина профиля шины, мм.

*Радиальная шина* также имеет смешанное миллиметрово-дюймовое обозначение. Например, 165/70R13 78S Stell Radial Tubeless,

где 165 – условная ширина профиля шины (B), мм;

70 – отношение профиля шины (H) к ее ширине (B), %;

Если соотношение H/B в обозначении шины отсутствует, значит, оно равно 0,80...0,82. Начиная с H/B=0,80 и ниже до 0,30 (через каждые 0,05), этот показатель обязательно входит в обозначение шины.

R – шина радиальная;

13 – посадочный диаметр, дюйм;

78 – условный индекс грузоподъемности шины (см. табл. П 5.3);

S – индекс скорости шины.

Индексы скорости шин обозначают следующим образом:

L – 120 км/ч; P – 150 км/ч; Q – 160 км/ч; R – 170 км/ч; S – 180 км/ч;

T – 190 км/ч; U – 200 км/ч; H – 210 км/ч; V – 240 км/ч; W – 270 км/ч;

Y – 300 км/ч и Z (или ZR) – свыше 240 км/ч (с соответствующим уменьшением нагрузки по мере роста допустимой скорости);

«Stell Radial» – шина радиальная с металлическим кордом;

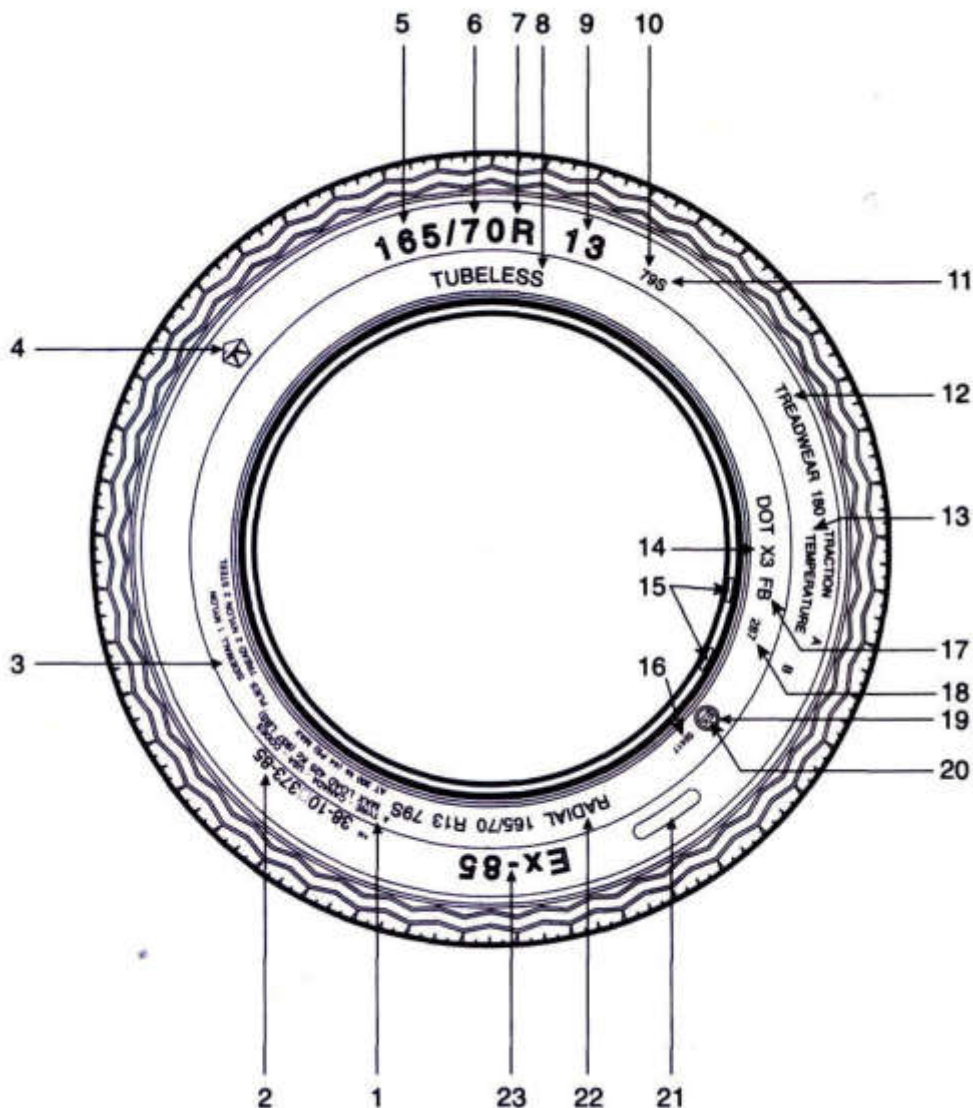
«Tubeless» или «TL» – бескамерное исполнение шины. Камерные шины обозначаются «TUBE TYPE» или «ТТ», но могут и не иметь никакого специального обозначения.

Ширина профиля (B) связана с шириной обода колеса соотношением  $b=0,70-0,75 B$ , т.е. чем шире шина, тем более широкий обод колеса требуется для нее (см. табл. П 5.4). Например, при B=165 мм потребуются колесо с обозначением в маркировке 4 ½ или 5 дюймов (115 и 124 мм).

Размеры колес и шин для каждой конкретной модели, а иногда и модификации автомобиля указаны в Руководстве по эксплуатации, изданном предприятием-изготовителем автомобиля, и отступать от этих норм не следует, так как в них заложены номинальные показате-



ли устойчивости, управляемости, проходимости автомобиля во всем диапазоне его скоростей и мощности двигателя.



**Рисунок П 5.1 – Обозначения на шинах российского и европейского производства:** **1** – максимальная нагрузка и давление (по стандарту США); **2** – номер ТУ; **3** – количество слоев и тип корда каркаса и брекера; **4** - государственный знак высшей категории качества (до 1992 г.); **5** – ширина профиля; **6** – серия «70» (отношение H/B); **7** – обозначение радиальной шины; **8** – обозначение бескамерной шины; **9** – диаметр обода (13"); **10** – индекс грузоподъемности; **11** – индекс скорости («S» - 180 км/ч); **12** – условное обозначение износостойкости шины (по стандарту США); **13** – условное обозначение показателей термостойкости шины (по стандарту США); **14** – условное обозначение кода завода (по стандарту США); **15** – номер сборщика (15); **16** – номер сертификата официального утверждения на соответствие шин Международным правилам N 30 ЕЭК ООН (1247); **17** – условное обозначение кода размера (по стандарту США); **18** – дата изготовления (28 неделя 1987 г.); **19** – знак официального утверждения шины на соответствие Международным правилам N 30 ЕЭК ООН (E); **20** – условный номер страны, выдавшей сертификат утверждения (5 - Швеция); **21** – серийный порядковый номер шины; **22** – радиальная шина; **23** – наименование модели

*Таблица П 5.3 – Индексы грузоподъемности (ИГ) шин  
и соответствующая им максимальная нагрузка*

ИГ	Н	(кгс)	ИГ	Н	(кгс)	ИГ	Н	(кгс)
65	2845	(290)	84	4905	(500)	103	8584	(875)
66	2943	(300)	85	5052	(515)	104	8829	(900)
67	3012	(307)	86	5199	(530)	105	9074	(925)
68	3090	(315)	87	5346	(545)	106	9320	(950)
69	3119	(325)	88	5494	(560)	107	9565	(975)
70	3188	(335)	89	5690	(580)	108	9810	(1000)
71	3384	(345)	90	5886	(600)	109	10104	(1030)
72	3483	(355)	91	6033	(615)	110	10301	(1050)
73	3581	(365)	92	6180	(630)	111	10693	(1090)
74	3679	(375)	93	6377	(650)	112	10987	(1120)
75	3796	(387)	94	6573	(670)	113	11282	(1150)
76	3924	(400)	95	6769	(690)	114	11576	(1180)
77	4042	(412)	96	6965	(710)	115	11919	(1215)
78	4169	(425)	97	7161	(730)	116	12263	(1250)
79	4287	(437)	98	7358	(750)	117	12606	(1285)
80	4415	(450)	99	7603	(775)	118	12949	(1320)
81	4532	(462)	100	7848	(800)	119	13342	(1360)
82	4660	(475)	101	8339	(850)	120	14225	(1450)
83	4777	(487)	102	8339	(850)	121	14225	(1450)

Таблица П 5.4 – Соответствие ширины шины параметрам колеса

Посадочные ширина и диа- метр обода колеса, дюйм	Профиль шины, %					
	82 (полно- профиль- ные шины)	70	65	60	55	50
5,0-13	145-185	155-185	145-185	165-185	175-185	175-195
5,5-13	155-185	155-205	155-205	165-205	175-205	175-205
6,0-13	175-195	165-225	165-205	165-225	175-195	175-205
5,5-14	165-205	155-205	155-205	165-205	185-205	195-205
6,0-14	175-224	165-225	175-225	165-225	205-225	195-205
6,5-14	195-225	185-235	185-235	185-235	205-225	205-245
7,0-14	205-235	195-245	195-235	195-255	205-255	205-265
5,5-15	165-215	155-205	175-205	165-205	185-205	195-205
6,0-15	175-235	155-225	175-215	165-225	185-225	195-225
7,0-15	205-235	195-245	195-225	195-225	215-255	195-265

**Таблица П 5.5 – Параметры шин, допускаемых к эксплуатации на автомобилях ВАЗ**

Модели и модификации автомобилей	Размерность шин с индексом грузоподъемности и индексом скорости
ВАЗ-2104 ВАЗ-2105, 2106, 2107	165/80R13 82S * 175/70R13 82S, T 165/70R13 79S, T
ВАЗ-2108, 2109 ВАЗ-21099, 2115	175/70R13 82S, T, H 175/65R14 82T, H 185/60R14 82T, H 175/70R13 82T, H
ВАЗ-2110, 21102, 2111	175/65R14 82T, H 185/60R14 82H
ВАЗ-21103, 2112	175/65R14 83H 185/60 R 14 82H 175-16/6,95-16 85P
ВАЗ-21213	175/80R16 88Q 185/75R16 88Q, S 175/80R-16 88Q 175/80-16 85P
ВАЗ-2131	185/75R16 92Q 195/70R15 90S 205/70R15 95T 175/80R16 88Q
ВАЗ-2120	185/75R16 92Q 205/70R15 95T 195/70R15 90S 205/70R15 95Q, T
ВАЗ-2123	205/75R15 97T 205/75R15 97Q (M+S) ** 175/70R13 82T
ВАЗ-1117 ВАЗ-1118, 1119	175/65R14 82T 185/60R14 82T

\* – Индексы скорости: P – до 150 км/ч; Q – до 160 км/ч; S – до 180 км/ч;  
T – до 190 км/ч; H – до 210 км/ч

\*\* – Допускается применение зимних шин (M+S) с индексом скорости Q

**Таблица П 5.6 – Характеристика легковых автомобилей**

Класс автомобиля	Группа	Рабочий объем двигателя, л	Сухая масса, кг	Масса снаряжения, кг
I -особо малый	1	до 0,849	до 649	30...50
	2	0,85...1,099	650...799	50...65
II - малый	1	1,1...1,299	800...899	65...90
	2	1,3...1,499	900...1049	
	3	1,5...1,799	1050...1149	
III - средний	1	1,8...2,499	1150...1299	90...110
	2	2,5...3,499	1300...1499	
IV - большой	1	3,5...4,949	1500...1900	110...120
	2	свыше 5,0	не регламентирована	

**Таблица П 5.7 – Значения коэффициента обтекаемости автомобиля**

Тип автомобиля	$K, H \cdot c^2 \cdot m^{-4}$
Гоночные	0,13...0,15
Легковые	0,15...0,35
Автобусы	0,25...0,40
Грузовые	0,50...0,70
Автопоезда	0,55...0,95
Автоцистерны	0,55...0,65

**Таблица П 5.8 – Средние значения габаритной площади автомобилей**

Тип автомобиля	$F_{\Gamma}, m^2$
Легковые:	
особо малый класс	1,4...1,9
малый класс	1,6...2,1
средний класс	1,9...2,3
большой класс	2,2...2,6
Грузовые грузоподъемностью:	
0,5...2,0 т	4,2...5,7
2,0...5,0 т	5,2...7,5
5,0...15,0 т	6,9...9,0
свыше 15 т	9,0...15,0

**Таблица П 5.9 – Техническая характеристика грузовых автомобилей-прототипов**

Марка автомобиля	Колесная формула	Максимальная скорость, км/ч	Ширина колеи автомобиля, мм	Габаритная высота автомобиля, мм	Полная масса автомобиля, кг
БелАЗ-540	4×2	55	2800/2400*	3580	48175
ГАЗ-3302	4×2	115	1700/1560	2120	3500
ГАЗ-33027	4×4	110	1720/1560	2120	3500
ГАЗ-2705	4×2	115	1700/1560	2274	3500
ГАЗ-27057	4×4	110	1720/1560	2274	3500
ГАЗ-3221	4×2	115	1700/1560	2274	3500
ГАЗ-2752	4×2	120	1700/1700	2180	2800
ГАЗ-2310	4×2	115	1700/1700	2370	2800
ГАЗ-2217	4×2	140	1700/1700	2090	2800
ГАЗ-53А	4×2	80	1630/1690	2220	7400
ГАЗ-3307	4×2	80	1630/1690	2320	7850
ГАЗ-3309	4×2	90	1630/1690	2400	8100
ГАЗ-66	4×4	95	1800/1750	2440	5800
ЗИЛ-5301	4×2	95	1820/1690	2370	6950
ЗИЛ-130	4×2	90	1800/1790	2335	9700
ЗИЛ-131	6×6	80	1835/1850	2395	15175
ЗИЛ-431410	4×2	90	1930/1790	2400	11000
ЗИЛ-433420	6×6	80	1835/1850	2400	15200
МАЗ-500	4×2	85	1950/1900	2720	14225
МАЗ-5337	4×2	85	2000/1950	2900	16000
МАЗ-64227	6×4	100	2030/1800	3160	24000
МАЗ-6425	6×6	85	2100/1900	3350	25150
КамАЗ-5320	6×4	90	2026/1825	2630	15305
КамАЗ-55111	6×4	80	2010/1850	2700	19150
КамАЗ-4310	6×6	85	2010/2010	2860	15125
КрАЗ-257	6×4	68	1950/1920	2670	22500
КрАЗ-260	6×6	80	2160/2160	2985	22000
УАЗ-452Д	4×4	95	1442/1442	2070	2620
УАЗ-3303	4×4	100	1445/1445	2070	2650
УАЗ-39094	4×4	105	1445/1445	2070	3050
УАЗ-3741	4×4	100	1445/1445	2090	2680
Урал-4320	6×6	85	2000/2000	2715	13745

\* - в числителе ширина колеи передних колес, а в знаменателе – задних колес

**Таблица П 5.10 – Техническая характеристика легковых автомобилей-прототипов**

Марка автомобиля	Колесная формула	Максимальная скорость, км/ч	Габаритная ширина автомобиля, мм	Габаритная высота автомобиля, мм	Полная масса автомобиля, кг
АЗЛК-2141	4×2	153	1690	1400	1470
АЗЛК-21412	4×2	145	1690	1400	1480
ВАЗ-1111	4×2	115	1565	1400	975
ВАЗ-1117	4×2	160	1670	1500	1575
ВАЗ-1118	4×2	170	1670	1500	1555
ВАЗ-1119	4×2	180	1670	1500	1525
ВАЗ-2104	4×2	135	1630	1443	1475
ВАЗ-2105	4×2	145	1630	1446	1395
ВАЗ-2106	4×2	150	1620	1440	1435
ВАЗ-21063	4×2	145	1630	1446	1435
ВАЗ-2107	4×2	145	1630	1446	1395
ВАЗ-21083	4×2	160	1620	1400	1345
ВАЗ-21093	4×2	157	1620	1400	1370
ВАЗ-21099	4×2	160	1620	1400	1395
ВАЗ-21102	4×2	170	1680	1420	1535
ВАЗ-21103	4×2	185	1680	1420	1570
ВАЗ-21110	4×2	170	1680	1480	1480
ВАЗ-21113	4×2	185	1680	1480	1515
ВАЗ-2112	4×2	185	1680	1420	1545
ВАЗ-2113	4×2	155	1680	1402	1345
ВАЗ-2114	4×2	155	1650	1402	1370
ВАЗ-2115	4×2	155	1650	1420	1410
ВАЗ-2120	4×4	140	1800	1690	2050
ВАЗ-2121	4×4	137	1680	1640	1610
ВАЗ-2131	4×4	140	1680	1640	1800
ГАЗ-3102	4×2	175	1800	1422	1850
ГАЗ-3110	4×2	170	1800	1422	1790
ИЖ-2126	4×2	155	1790	1450	1380
ИЖ-2717	4×2	120	1790	1800	1750
ЗАЗ-1102	4×2	145	1782	1410	1127
УАЗ-3151	4×4	110	1785	2020	2500
УАЗ-31512	4×4	110	1785	1990	2340
УАЗ-3159	4×4	140	1805	2105	2800
УАЗ-3160	4×4	150	1828	2000	2565

**Таблица П 5.11 – Параметры динамических характеристик автомобилей**

Марка авто-транспортного средства	$\vartheta_{\max}$ , км/ч	$\vartheta_{(M_{e_{\max}})^z}$ , км/ч на высшей передаче	$\vartheta_{(M_{e_{\max}})^I}$ , км/ч	$\Psi(\vartheta_{\max})$	$D_{\vartheta(M_{e_{\max}})^z}$ на высшей передаче	$D_{\max}$
<b>Легковые</b>						
ЗАЗ-966	120	50	17	0,024	0,080	0,37
ВАЗ-2101	140	60	22	0,025	0,065	0,30
Москвич-412	140	60	23	0,037	0,070	0,35
Волга-М-24	145	65	20	0,025	0,10	0,40
<b>Грузовые</b>						
УАЗ-451Д	95	60	20	0,032	0,067	0,26
ГАЗ-53А	85	58	9	0,022	0,045	0,34
ЗИЛ-130	90	48	5	0,018	0,043	0,36
Урал-377	75	45	6	0,017	0,038	0,33
КамАЗ-5320	85	50	6	0,015	0,037	0,35
КрАЗ-257	70	43	6	0,020	0,036	0,30
ЗИЛ-131	80	40	5	0,013	0,018	0,57
<b>Седельные автопоезда</b>						
КАЗ-608	75	44	5	0,010	0,025	0,21
Урал-375С	75	35	5	0,013	0,022	0,23
КамАЗ-5410	85	40	6	0,010	0,017	0,18
<b>Автобусы</b>						
РАФ-977Д	110	45	20	0,020	0,068	0,26
ПАЗ-625Б	80	40	7	0,018	0,045	0,32
ПАЗ-672	80	60	9	0,022	0,042	0,35
ЛАЗ-695Е	75	45	7	0,030	0,045	0,35
ЛАЗ-699А	100	40	7	0,020	0,036	0,31



Антон Алексеевич Хохлов  
Денис Евгеньевич Молочников  
Алексей Леонидович Хохлов  
Ильмас Рифкатович Салахутдинов

**Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов:**

Методические рекомендации по выполнению курсового проектирования для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2019.- 81 с.