

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
133 – «ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»
ЗА СПЕЦІАЛІЗАЦІЄЮ «КОЛІСНІ ТА ГУСЕНИЧНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ»
(У ТОМУ ЧИСЛІ СКОРОЧЕНИЙ ТЕРМІН НАВЧАННЯ)
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

КРЕМЕНЧУК 2016

Методичні вказівки щодо виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобілів і тракторів» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування» за спеціалізацією «Колісні та гусеничні транспортні засоби» (у тому числі скорочений термін навчання) освітнього ступеня «бакалавр».

Укладач к.т.н., доц. С. М. Черненко

Рецензент к.т.н., доц. О. В. Павленко

Кафедра автомобілів і тракторів

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол №__ від «__» _____ 20__ р.

Голова методичної ради _____ проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Мета і задачі курсової роботи	5
2 Завдання до курсової роботи	5
3 Зміст і обсяг курсової роботи, вимоги до оформлення.....	6
4 Методичні вказівки щодо виконання окремих етапів курсової роботи..	7
4.1 Розрахунково-пояснювальна записка	7
4.1.1 Визначення повної маси автомобіля, уточнення колісної формули.....	7
4.1.2 Вибір шин.....	9
4.1.3 Визначення потужності двигуна та побудова його зовнішньої швидкісної характеристики.....	10
4.1.4 Розрахунок передавальних чисел трансмісії автомобіля.....	13
4.1.5 Тяговий баланс, баланс потужностей, динамічна характеристика та динамічний паспорт автомобіля.....	16
4.1.6 Паливно-економічна характеристика автомобіля.....	18
4.1.7 Час і шлях розгону автомобіля.....	19
4.1.8 Гальмівні властивості автомобіля.....	21
4.2 Графічна частина роботи	22
5 Захист курсової роботи.....	23
6 Критерії оцінювання здобутків студента під час виконання курсової роботи.....	24
7 Список літератури.....	25
Додаток А Параметри автомобілів виробництва СРСР (СНД).....	26
Додаток Б Шини легкових автомобілів (ГОСТ Р 52900-2007).....	28
Додаток В Параметри автомобільних двигунів виробництва СРСР (СНД).....	30
Додаток Г Зразок оформлення титульної сторінки пояснювальної записки та графічної частини.....	31

ВСТУП

Курсове проектування має велике значення в розвитку самостійних навичок творчої роботи студентів і визначає ступінь практичного оволодіння теоретичним курсом навчальної дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобілів і тракторів».

Курсова робота є важливою самостійною інженерною роботою студента, що охоплює питання розрахунку основних експлуатаційних властивостей автомобіля. Виконання роботи неминуче пов'язано з використанням необхідної технічної літератури, довідників і прикладних комп'ютерних програм з розрахунку автомобілів.

Уміння правильно й ефективно користуватися технічною літературою, чинними державними стандартами та прикладними комп'ютерними програмами дає студентові можливість швидкого використання отриманих знань у виробничих умовах.

Студент виконує курсову роботу згідно з індивідуальним завданням, виданим викладачем кафедри.

1 МЕТА І ЗАДАЧІ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота з навчальної дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобілів і тракторів» виконується студентами, які навчаються за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування» спеціалізації «Колісні та гусеничні транспортні засоби» на етапі спеціальної фахової підготовки. Тема курсової роботи – тяговий розрахунок автомобіля.

Метою тягового розрахунку є визначення основних конструктивних параметрів автомобіля (потужності двигуна, передавальних чисел коробки передач, головної передачі), розрахунок основних характеристик двигуна та автомобіля в цілому.

Задачами курсової роботи є:

1. Розвиток елементів самостійності й творчого підходу до питання розрахунків експлуатаційних властивостей автомобіля, а також їх усебічної оцінки.
2. Набуття навичок застосування електронно-обчислювальної техніки під час розрахунків і оформлення матеріалів курсової роботи.
3. Закріплення навичок самостійної роботи з науково-технічною літературою.
4. Виховання критичного і всебічного підходу до розв'язання технічних задач.

2 ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ

Завдання на курсову роботу для студентів денної, заочної форм навчання (у тому числі скороченої форми) видається на початку семестру відповідно до тематики, затвердженої кафедрою. В окремих випадках темою роботи може бути виконання теоретичних або експериментальних досліджень з тематики, включеної до плану роботи кафедри або підприємства.

Курсова робота виконується індивідуально кожним студентом за вихідними даними, які надає викладач:

– тип автомобіля, його призначення та дорожні умови. (Для ґрунтових доріг задається коефіцієнт зчеплення φ , для доріг з твердим покриттям беруть $\varphi = 0,7$);

– маса вантажу m_v у кг для вантажних автомобілів (кількість пасажирів z для пасажирських автомобілів);

– максимальна швидкість руху автомобіля V_{max} у м/с на горизонтальній дорозі з асфальтобетонним покриттям;

– максимальний коефіцієнт опору дороги ψ_{max} , який повинен долати автомобіль.

З ЗМІСТ І ОБСЯГ КУРСОВОЇ РОБОТИ, ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ

Курсова робота оформлюється згідно з діючими стандартами. Пояснювальна записка виконується рукописним способом або за допомогою комп'ютера на аркушах формату А4. Обсяг пояснювальної записки – 20...25 сторінок. Структура пояснювальної записки: титульна сторінка, зміст, завдання на курсову роботу, вступ, основна частина, висновки, список використаної літератури. Графічна частина оформлюється на аркушах формату А4 або на міліметровому папері за допомогою креслярського інструменту або комп'ютерним способом.

Отримавши завдання на курсову роботу і зібравши вихідні матеріали, студент повинен з'ясувати зміст і обсяг курсової роботи у керівника, уточнити вихідні дані та довідкові джерела інформації.

У процесі виконання курсової роботи керівник проекту проводить консультації, надаючи допомогу студентам у вирішенні найбільш складних питань.

Укладання розрахунково-пояснювальної записки і роботу над кресленнями потрібно вести паралельно, оскільки вибір тих або інших рішень, що відбиваються на кресленнях, необхідно перевіряти і уточнювати розрахунками. Під час виконання графічної частини роботи креслення потрібно виконувати заздалегідь у тонких лініях. Остаточне оформлення креслень проводити після погодження їх з керівником роботи.

Корисно чернетку пояснювальної записки виконувати на окремих аркушах письмового паперу, що зшиваються у папку швидкозшивачем. Не слід писати зі скороченнями і пропусками тексту у надії на його доопрацювання під час переписування. Якщо необхідно виконати перерахунок, потрібно закреслити тонкими лініями раніше написані числа і писати нові вище на вільних місцях, бо інколи потрібно відновлювати старі розрахунки. Дуже важливо вказувати джерела, із яких взято ті або інші довідкові дані.

Неодмінною умовою під час виконання розрахунково-пояснювальної записки є вираження всіх одиниць фізичних величин у Міжнародній системі одиниць (СІ). Доцільно для розрахунків застосовувати комп'ютер.

4 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ ЕТАПІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

4.1 Розрахунково-пояснювальна записка

4.1.1 Визначення повної маси автомобіля, уточнення колісної формули

Усі питання, які вирішуються під час виконання цього етапу, є взаємопов'язаними. Їх вирішення, як правило, є компромісним.

Компонувальну схему автомобіля вибирають на підставі аналізу компонувальних схем існуючих сучасних автомобілів та базуючись на науковому прогнозуванні. Для цього рекомендується користуватися спеціальною літературою, наприклад [1–4], а також додатками, наведеними в цих методичних вказівках.

Повну масу автомобіля, що проектується, при попередніх розрахунках визначають за виразами:

- легкового $m_a = m_0 + m_n \cdot (z + 1) + m_b$;
- вантажного $m_a = m_0 + m_g + m_n \cdot (z + 1) + m_b$;
- сидельного автопоїзда $m_a = m_{0m} + m_{0n} + m_g + m_n \cdot (z + 1) + m_b$,

де m_0 – власна маса автомобіля, кг; m_{0m} , m_{0n} – власна маса відповідно сидельного тягача і причепа, кг; $m_n = 75$ кг – маса пасажира та водія; m_g – маса вантажу, кг, яка задається у вихідних даних; z – кількість місць для пасажирів (без водія); m_b – маса багажу, кг. Беруть для легкових автомобілів 10 кг, а для вантажних – 5 кг на одну людину.

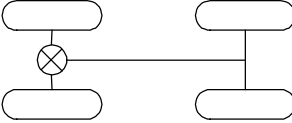
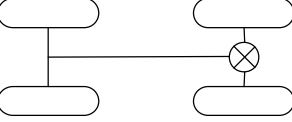
У разі відсутності базового автомобіля або якщо невідома власна маса m_0 , то повну масу вантажного автомобіля визначають за статистичними даними, використовуючи коефіцієнт вантажності k_g за виразом:

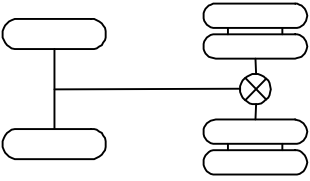
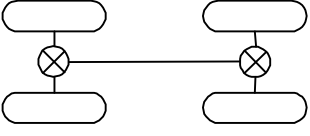
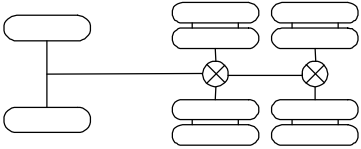
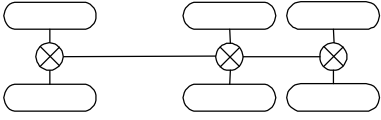
$$m_a = \frac{m_g}{k_g}, \quad (1)$$

де k_g – коефіцієнт вантажності, який визначається за [1]. Найчастіше $k_g = 0,5-0,6$.

Компонувальну схему вантажного автомобіля розробляють після вибору та взаємного розташування кабіни та двигуна. При цьому враховують, що в автомобілів з колісними формулами 4x4, 6x6, 8x8 усі колеса одинарні. Розподіл маси за вісями автомобіля визначають таким самим, як у автомобіля-прототипа, або з використанням залежностей, наведених у табл. 1

Таблиця 1 – Розподіл навантажень на осі автомобілів

Тип автомобіля, колісна формула	Схема	Розрахункові залежності
1	2	3
Легковий передньопривідний, 4x2		$m_2 = (0,47-0,52) m_a$; $m_1 = m_a - m_2$
Легковий задньопривідний, 4x2		$m_2 = (0,5-0,57) m_a$; $m_1 = m_a - m_2$

1	2	3
Двовісний вантажний, 4x2, зі здвоєними колесами задньої вісі		$m_2 = (0,62-0,67) m_a;$ $m_1 = m_a - m_2$
Двовісний вантажний, 4x4, з одинарними колесами		$m_2 = (0,5-0,55) m_a;$ $m_1 = m_a - m_2$
Тривісний вантажний, 6x4, зі здвоєними колесами задніх вісей		$m_2 + m_3 = (0,75-0,79) m_a;$ $m_1 = m_a - (m_2 + m_3)$
Тривісний вантажний, 6x6, з одинарними колесами		$m_2 + m_3 = (0,65-0,7) m_a;$ $m_1 = m_a - (m_2 + m_3)$

4.1.2. Вибір шин

Вибір шин проводиться за максимальним навантаженням на колесо. Навантаження на колесо передньої осі для всіх автомобілів визначають за формулою

$$G_{k1} = \frac{m_1 \cdot g}{2}. \quad (2)$$

Навантаження на одне колесо задньої осі вантажного автомобіля залежить від колісної формули і визначається за виразами:

$$4x2, 6x6 \quad G_{k2} = \frac{m_2 \cdot g}{4}; \quad (3)$$

$$4x4 \quad G_{k2} = \frac{m_2 \cdot g}{2}; \quad (4)$$

$$6x4 \quad G_{k2} = \frac{(m_2 + m_3) \cdot g}{8}. \quad (5)$$

Шини вибирають згідно зі стандартами: ГОСТ 4754-80 «Шини пневматические для легковых автомобилей», ГОСТ 5513-75 «Шини пневматические для грузовых автомобилей, автоприцепов, автобусов и трллейбусов», ГОСТ 8430-76 «Шини пневматические для большегрузных автомобилей, строительных, дорожных и подъёмно-транспортных машин»,

ГОСТ 13298-78 «Шины пневматические с регулируемым давлением», ГОСТ Р 52900-2007 «Шины пневматические для легковых автомобилей и прицепов к ним. Технические условия», ГОСТ Р 52899-2007 «Шины пневматические для грузовых механических транспортных средств и прицепов. Технические условия» (див. додаток Б).

Зі стандарту виписують:

- позначення шини;
- максимальне навантаження на шину G_{kmax} ;
- зовнішній діаметр шини без навантаження, D ;
- статичний радіус r_{cm} ;
- посадковий діаметр шини d ;
- допустима швидкість руху V_{max} ;

Динамічний радіус r_{∂} і радіус кочення колеса r_k з достатньою точністю беруть рівними статичному радіусу r_{cm} , що наведений у стандартах, тобто вважають, що $r_{\partial} \approx r_k \approx r_{cm}$.

4.1.3 Визначення потужності двигуна та побудова його зовнішньої швидкісної характеристики

Потужність двигуна визначають за умови, що навантажений автомобіль на горизонтальній дорозі з асфальтобетонним покриттям буде рухатися з максимальною заданою швидкістю V_{max} . У цьому випадку потужність двигуна витрачається на подолання опору коченню і повітря і визначається за формулою:

$$Ne_v = \frac{1}{\eta_{mp}} \cdot \left[f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{max}^2}{1500} \right) \cdot m_a \cdot g \cdot V_{max} + k_n \cdot F_n \cdot V_{max}^3 \right] \cdot 10^{-3}, \quad (6)$$

де η_{mp} – ККД трансмісії. Значення ККД беруть за даними табл. 1.1; $f_0 = 0,01 \dots 0,02$ – коефіцієнт опору коченню по асфальтобетонній дорозі при малій швидкості руху; m_a – повна маса автомобіля, яку розраховують за виразом

(1); k_n – коефіцієнт опору повітря, $\frac{H \cdot c^2}{M^4}$. Значення цього коефіцієнта беруть

згідно з даними табл. 2; F_n – площа лобового опору (міделового перерізу) в m^2 , яка розраховується за формулою:

$$F_n = \alpha \cdot H \cdot B,$$

де α – коефіцієнт заповнення площі. Для легкових автомобілів беруть $\alpha = 0,78–0,8$, для вантажних $\alpha = 0,75–0,9$; H, B – габаритні висота і ширина автомобіля в м, які беруться за прототипом автомобіля (додаток А);

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів опору повітря та ККД трансмісії

Тип автомобіля	$k_n, \frac{H \cdot c^2}{m^4}$	η_T
Перегонові	0,13–0,15	0,92–0,95
Легкові	0,15–0,3	0,87–0,92
Вантажні	0,4–0,6	0,8–0,87
Автобуси	0,25–0,4	0,82–0,87
Автопоїзди	0,55–0,85	0,8–0,85

Розраховавши за формулою (6) потужність Ne_v , що забезпечує максимальну швидкість руху автомобіля, для покращення його динамічних властивостей остаточно максимальна потужність двигуна береться із запасом, що становить від 10 до 25 %. Максимальну потужність двигунів визначають за виразом:

$$Ne_{max} = (1,1–1,25) \cdot Ne_v.$$

Зауважимо, що більшість двигунів максимальну потужність розвивають з максимальними обертами, а тому:

$$\omega_{e_{max}} = \omega_N,$$

де $\omega_{e_{max}}$ – максимальна кутова швидкість колінчастого вала двигуна, рад/с; ω_N – кутова швидкість колінчастого вала двигуна, з якою він розвиває максимальну потужність, рад/с.

У карбюраторних двигунів з максимальною кутовою швидкістю обертання колінчастого вала спостерігається зменшення потужності, тому для таких двигунів:

$$\omega_N = (0,8 \dots 0,9) \cdot \omega_{e_{\max}} .$$

Основною характеристикою двигуна є його *зовнішня швидкісна характеристика* (ЗШХ) – графіки залежності потужності N_e , крутного моменту M_e , питомої витрати палива g_e від кутової швидкості колінчастого вала ω_e з максимальною подачею палива. Ця характеристика двигуна описує його енергоємність, динамічність і паливну економічність.

Для практичних розрахунків ЗШХ застосовуються такі залежності:

$$N_e = Ne_{\max} \cdot \left[a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \text{ кВт}; \quad (7)$$

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \cdot 1000, \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (8)$$

$$g_e = g_N \cdot \left[1,26 - 0,85 \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + 0,59 \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 \right], \text{ г/кВт}\cdot\text{год}, \quad (9)$$

де a, b, c – емпіричні коефіцієнти, які залежать від типу двигуна та беруться з довідкової літератури (додаток В); ω_e – поточна кутова швидкість колінчастого вала двигуна. Змінюється в інтервалі від $\omega_{e_{\min}} = 80\text{--}100$ рад/с до $\omega_{e_{\max}}$. Величину $\omega_{e_{\max}}$ беруть відповідно до двигуна-прототипа (додаток В); g_N – питома витрата палива з максимальною потужністю двигуна. Беруть $g_N = 300\text{--}340$ г/кВт·год – у карбюраторних; $g_N = 210\text{--}240$ г/кВт·год – у дизельних двигунів.

Розрахунок ЗШХ проводять для 6–8 значень ω_e у межах від $\omega_{e_{\min}}$ до $\omega_{e_{\max}}$. Результати розрахунків зводять до табл. 3.

Таблиця 3 – Параметри зовнішньої швидкісної характеристики двигуна

ω_e , рад/с							
N_e , кВт							
M_e , Н·м							
g_e , г/кВт·ч							

За даними табл.3 будують графік ЗШХ (додаток Г).

5.1.4 Розрахунок передавальних чисел трансмісії автомобіля

Передавальні числа трансмісії визначають у такій послідовності:

- беруть передавальне число вищої передачі коробки передач U_6 ;
- визначають передавальне число головної передачі U_0 ;
- розраховують передавальне число першої передачі коробки передач U_1 ;
- розраховують діапазон коробки, а за ним з довідкової літератури визначають кількість передач коробки;
- розраховують передавальні числа проміжних передач коробки.

Передавальне число вищої передачі коробки передач беруть за базовим автомобілем або враховуючи таке:

- для вантажних автомобілів з карбюраторними двигунами вища передача пряма, $U_6 = 1$, а для таких самих автомобілів з дизелями – $U_6 = 0,72 \dots 1$. Якщо на дизелі встановлено додаткову коробку (подільник або демультіплікатор), тоді $U_6 = 0,71 - 0,82$;

- для легкових автомобілів задньопривідних приймається $U_6 = 0,82 - 1$, а для передньопривідних вища передача прискорююча $U_6 = 0,73 - 0,95$;

- у міських і приміських автобусів $U_6 = 1$, у міжміських $U_6 = 0,72 - 0,78$.

Передавальні числа вищих передач роздавальних коробок U_{p6} знаходяться в межах $U_{p6} = 0,917 - 1,31$.

Узявши значення $U_{к6}$ і U_{p6} , визначають передавальне число *головної передачі* за умови забезпечення заданої максимальної швидкості руху V_{max} автомобіля з максимальною кутовою швидкістю колінчастого вала двигуна вищих передачах у коробці передач і в роздавальній коробці.

Звідси:

$$U_0 = \frac{\omega_{\max} \cdot r_k}{V_{\max} \cdot U_6 \cdot U_{p6}}, \quad (10)$$

де r_k – радіус колеса.

Передавальне число першої передачі коробки передач U_1 визначають, виходячи з виконання двох умов:

1) подолання автомобілем заданого максимального коефіцієнта опору дороги ψ_{max} ;

2) забезпечення мінімальної швидкості руху автомобіля $V_{min} \leq 1-1,4$ м/с для зручності маневрування під час під'їзду до навантаження і розвантаження.

Для виконання першої умови передавальне число першої передачі буде:

$$U_1 = \frac{\psi_{max} \cdot m_a \cdot g \cdot r_k}{M_{e_{max}} \cdot U_o \cdot U_{pn} \cdot \eta_{mp}}, \quad (11)$$

де $M_{e_{max}}$ – максимальний крутний момент двигуна (Н·м), який визначається за зовнішньою швидкісною характеристикою двигуна; U_{pn} – нижча передача у роздавальній коробці. Для повнопривідних вантажних автомобілів $U_{pn} = 1,31-2,28$ або беруть відповідно до прототипу.

Після розрахунку за формулою (6) перевіряється можливість руху автомобіля з мінімальною швидкістю $V_{min} = 1-1,4$ м/с за формулою:

$$V_{min} = \frac{\omega_{e_{min}} \cdot r_k}{U_o \cdot U_{pn} \cdot U_1} \leq 1,0...1,4, \quad (12)$$

де $\omega_{e_{min}}$ – мінімальна кутова швидкість обертання колінчастого вала. Беруть $\omega_{e_{min}} = 80-100$ рад/с.

У разі, якщо умова (12) не виконується, тоді U_1 визначають за умови можливості руху з мінімальною швидкістю $V_{min} = 1-1,4$ м/с за формулою:

$$U_1 = \frac{\omega_{e_{min}} \cdot r_k}{V_{min} \cdot U_o \cdot U_{pn}}. \quad (13)$$

Кількість передач у коробці береться за прототипом або за статистичними даними залежно від діапазону коробки D_k :

$$D_k = \frac{U_1}{U_6},$$

який дорівнює відношенню передавальних чисел крайніх передач. Після розрахунку D_k за табл. 4 визначається кількість передач коробки, n .

Таблиця 4 – Вибір кількості передач

D_k	5,7–8,5	7,9–9,4	8–10	9,2–18,5
-------	---------	---------	------	----------

Кількість передач, n	5	6	8	10
---------------------------	---	---	---	----

Передавальні числа проміжних передач розраховують, виходячи з того, що ряд передавальних чисел буде геометричною прогресією за формулою:

$$U_m = \sqrt[n-m]{U_1^{n-m} U_n^{m-1}}, \quad (14)$$

де n – кількість передач у коробці; m – порядковий номер передачі.

Задній хід слугує для маневрування автомобіля, а передавальне число задньої передачі вибирають із співвідношення

$$U_{zx} = (0,9 \dots 1,3) \cdot U_1.$$

Отримані значення передавальних чисел коробки передач заносять до табл. 5.

Таблиця 5 – Передавальні числа коробки передач

№ передачі	1	2	3	4	5	6
Передавальне число коробки передач						

4.1.5 Тяговий баланс, баланс потужностей, динамічна характеристика та динамічний паспорт автомобіля

Тяговий баланс автомобіля – це графіки залежності колової сили на ведучих колесах, сил опору коченню і повітря від швидкості руху на всіх передачах.

Для розрахунків застосовуються такі залежності:

- колова сила на ведучих колесах, P_k під час сталого руху:

$$P_k = \frac{M_e \cdot U_k \cdot U_0 \cdot U_{pk} \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \quad (15)$$

де M_e – крутний момент двигуна з кутовою швидкістю обертання колінчастого вала ω_e , який визначають за зовнішньою швидкісною характеристикою двигуна;

- швидкість руху автомобіля:

$$V = \frac{\omega_e \cdot r_k}{U_k \cdot U_0 \cdot U_{pk}}; \quad (16)$$

- сила опору кочення:

$$P_f = f_o \left(1 + \frac{V^2}{1500} \right) m_a g ; \quad (17)$$

- сила опору повітря:

$$P_n = K_n \cdot F_n \cdot V^2 . \quad (18)$$

Баланс потужностей автомобіля – це залежності потужності двигуна N_e , потужності на ведучих колесах N_k , потужностей опору коченню N_f і повітря N_n від швидкості руху на всіх передачах.

Для розрахунків застосовуються такі залежності:

- потужність на ведучих колесах:

$$N_k = P_k \cdot V = N_e \cdot \eta_{тр} ; \quad (19)$$

- потужність опору коченню:

$$N_f = P_f \cdot V = f_o \cdot \left(1 + \frac{V^2}{1500} \right) \cdot m_a \cdot g \cdot V ; \quad (20)$$

- потужність опору повітря:

$$N_n = P_n \cdot V = K_n \cdot F_n \cdot V^3 . \quad (21)$$

Динамічна характеристика автомобіля – графіки залежності динамічного фактора навантаженого автомобіля на всіх передачах від швидкості руху

Динамічний фактор – це відношення вільної сили тяги до ваги автомобіля.

Ця величина визначається за формулою:

$$D = \frac{P_k - P_n}{m_a g} , \quad (22)$$

де P_k , P_n – відповідно колова сила на ведучих колесах автомобіля і сила опору повітря, які визначаються за формулами (15) і (18).

Фізичний зміст динамічного фактора полягає в тому, що ця величина показує, який коефіцієнт дорожнього опору Ψ може подолати автомобіль.

Для визначення динамічного фактора автомобіля з різним ступенем його завантаження будується динамічний паспорт.

Динамічний паспорт автомобіля – це динамічна характеристика разом з номограмою навантажень. Як правило, динамічну характеристику будують для легкових автомобілів, а динамічний паспорт – для вантажних.

Співвідношення між динамічними факторами навантаженого і порожнього автомобілів записується так:

$$D_0 = D_a \cdot \frac{m_a}{m_0}, \quad (23)$$

де m_0 – споряджена маса автомобіля.

Для побудови динамічного паспорта вантажного автомобіля динамічну характеристику доповнюють номограмою навантажень. Для цього вісь абсцис динамічної характеристики продовжують ліворуч і на ній наносять шкалу навантажень від 0 до 100 %. Через нульову точку шкали навантажень проводять пряму, паралельну вісі D_a і на ній наносять шкалу динамічного фактору D_0 без вантажу. Міру цієї шкали a_0 визначають за виразом

$$a_0 = a_a \cdot \frac{m_a}{m_0}, \quad (24)$$

Розрахунки проводять для кожної передачі. Результати заносять до табл. 6, 7.

Таблиця 6 – Розрахункові дані для побудови тягового балансу, балансу потужностей і динамічної характеристики автомобіля

V , м/с	N_e , КВт	N_k , КВт	P_k , КН	D
1 передача. $U_1 =$ _____				
2 передача. $U_2 =$ _____				
3 передача. $U_3 =$ _____				

Таблиця 7 – Сили та потужності опору руху автомобіля

V , м/с	P_f , КН	$P_f + P_n$, КН	N_f , КВт	$N_f + N_n$, КВт	f_V

--	--	--	--	--	--

За даними табл. 6, 7 будують графіки тягового балансу, балансу потужностей та динамічну характеристику (паспорт) автомобіля (додаток Г).

4.1.6 Паливно-економічна характеристика автомобіля

Паливно-економічна характеристика автомобіля — це графіки залежності шляхових витрат палива на різних передачах від швидкості руху, в л/100 км на рівній горизонтальній дорозі з асфальтобетонним покриттям.

Шляхові витрати палива, Q_s , л/100 км, визначають за формулою:

$$Q_s = \frac{1000}{36} \cdot g_N \cdot k_w \cdot k_U \cdot \frac{N_f + N_e}{\rho \cdot V \cdot \eta_T}, \quad (25)$$

де k_w – коефіцієнт, що враховує ступінь використання частоти обертання, який рекомендується визначати для всіх типів двигунів за виразом:

$$k_w = 1,26 - 0,85 \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + 0,59 \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2; \quad (26)$$

де k_U – коефіцієнт, що враховує ступінь використання потужності двигуна.

Для бензинових двигунів:

$$k_U = 2,74 - 4,65 \cdot \frac{N_f + N_e}{N_e \cdot \eta_T} + 2,91 \cdot \left(\frac{N_f + N_e}{N_e \cdot \eta_T} \right)^2; \quad (27)$$

для дизелів:

$$k_U = 1,65 - 2,3 \cdot \frac{N_f + N_n}{N_e \cdot \eta_m} + 1,65 \cdot \left(\frac{N_f + N_n}{N_e \cdot \eta_m} \right)^2; \quad (28)$$

ρ – густина палива, яка дорівнює $\rho = 730 \text{ кг/м}^3$ для бензину; $\rho = 860 \text{ кг/м}^3$ – для дизельного пального.

Розрахунки проводять для кожної передачі. Результати заносять до табл. 8.

Таблиця 8 – Паливно-економічна характеристика автмобіля

V , м/с	Q_s , л/100 км	V , м/с	Q_s , л/100 км
1 передача. $U_1 = \underline{\hspace{2cm}}$		3 передача. $U_3 = \underline{\hspace{2cm}}$	

2 передача. $U_2 =$ _____		4 передача. $U_4 =$ _____	

За даними табл. 8 будують графік паливно-економічної характеристики автомобіля (додаток Г).

4.1.7 Час і шлях розгону автомобіля

Під час розрахунків часу і шляху розгону беруть такі допущення:

- розгін починається з мінімальної швидкості автомобіля, що відповідає мінімальним обертам колінчастого вала, а процес зрушення з місця і розгін автомобіля до цієї швидкості не розглядаються;

- двигун працює в режимі зовнішньої швидкісної характеристики.

Розрахунки проводять на кожній передачі, розбивши інтервал швидкості на 6–8 інтервалів. Для розрахунків застосовуються такі залежності:

- час розгону автомобіля від початкової швидкості V_1 до кінцевої швидкості V_2 :

$$T = \frac{2 \cdot (V_2 - V_1) \cdot \delta}{g \cdot \left[D_1 + D_2 - f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_1^2}{1500} \right) - f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_2^2}{1500} \right) \right]} \quad (29)$$

де δ – коефіцієнт урахування обертових мас, який дорівнює

$$\delta = 1 + 0,03 + 0,04 \cdot U_m^2; \quad (30)$$

D_1, D_2 – динамічний фактор автомобіля відповідно зі швидкістю V_1 та V_2 . Визначається за формулою (22).

Шлях розгону в тому самому інтервалі:

$$S = \frac{V_1 + V_2}{2} \cdot T \quad (31)$$

Падіння швидкості руху ΔV під час перемикання передачі та пройдений шлях ΔS за час перемикання передачі визначається за формулами:

$$\Delta V = \frac{g \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_n^2}{1500}\right) \cdot t_n}{\delta}; \quad (32)$$

$$\Delta S = \left(V_n - \frac{\Delta V}{2}\right) \cdot t_n, \quad (33)$$

де t_n – час перемикання передачі. Беруть $t_n = 0,8-1,5$ с;

V_n – швидкість автомобіля в момент початку перемикання передачі.

Сумарний час розгону T_p автомобіля дорівнює:

$$T_p = \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^{n-1} t_{\text{Pi}} \quad (34)$$

де $\sum_{i=1}^n t_i$ – сумарний час розгону на всіх передачах; $\sum_{i=1}^{n-1} \Delta t_{ni}$ – сумарний час пермикання передач.

Сумарний шлях розгону автомобіля визначають таким чином:

$$S_p = \sum_{i=1}^n S_i + \sum_{i=1}^{n-1} S_{t_{\text{Pi}}}, \quad (35)$$

де $\sum_{i=1}^n \Delta S_i$ – сумарний шлях розгону на всіх передачах; $\sum_{i=1}^n \Delta S_{ni}$ – сумарний шлях, що проходить автомобіль під час перемикання передач.

Результати розрахунків на кожній передачі заносять до табл. 9.

Таблиця 9 – Час і шлях розгону автомобіля

$V, \text{ м/с}$	$T, \text{ с}$	$S, \text{ м}$	$V, \text{ м/с}$	$T, \text{ с}$	$S, \text{ м}$
1 передача. $U_1 =$ _____			3 передача. $U_3 =$ _____		
2 передача. $U_2 =$ _____			4 передача. $U_4 =$ _____		

За даними табл. 9 будують графіки часу та шляху розгону автомобіля (додаток Г)

4.1.8 Гальмівні властивості автомобіля

Шлях гальмування – це слід, що залишає автомобіль на дорозі під час руху із заблокованими колесами (шлях, пройдений автомобілем із заблокованими колесами). Під час визначення цього шляху вважають, що кінетична енергія автомобіля перетворюється на роботу сил тертя в контактні коліс з дорогою. Шлях гальмування, $S_{z\min}$, м, визначається за формулою:

$$S_{z\min} = \frac{V^2}{2g\varphi}, \quad (36)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою. Беруть для сухої асфальтобетонної поверхні $\varphi = 0,7-0,8$; для слизької дороги $\varphi = 0,3-0,4$.

Основним параметром, за яким оцінюють робочу гальмівну систему, є *гальмівний шлях* – це відстань, що проходить автомобіль з моменту, коли водій торкнувся педалі гальма, і до повної зупинки. Його визначають за формулою:

$$S_z = (t_3 + 0,5 \cdot t_n) \cdot V + k_e \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g \cdot \varphi}, \quad (37)$$

де t_3 – час запізнювання привода гальмівної системи. Беруть залежно від привода: гідравлічний – 0,05–0,15 с; пневматичний – 0,15–0,3с; t_n – час наростання уповільнення. Беруть залежно від привода: гідравлічний – 0,05–0,15 с; пневматичний – 0,15–0,3 с. Під час визначення t_3 та t_n потрібно, щоб виконувалась вимога:

$$(t_n + t_3) < 0,6 \text{ с, де } (t_n + t_3) \text{- час спрацьовування гальмівної системи;}$$

k_e – коефіцієнт ефективності гальмівної системи. Беруть $k_e = 1,2$ – для легкових автомобілів, $k_e = 1,4$ – для вантажних при $\varphi > 0,4$. При $\varphi \leq 0,4$ брати $k_e = 1$;

Шлях зупинки – це шлях, що проходить автомобіль з моменту, коли водій помітив перешкоду, і до повної зупинки. Він включає шлях, що проходить автомобіль за час реакції водія і гальмівний шлях. Визначається за формулою:

$$S_3 = t_p \cdot V + S_z = \left(t_p + t_3 + \frac{t_n}{2} \right) V + \frac{k_e V^2}{2g\varphi}, \quad (38)$$

де t_p – час реакції водія. Беруть $t_p = 0,8-1$ с.

Результати розрахунків заносять до табл. 10.

Таблиця 10 – Гальмівна характеристика автомобіля

$V, \text{ м/с}$						
$S_{2 \min}, \text{ м}$						
$S_2, \text{ м}$						
$S_3, \text{ м}$						

За даними табл. 10 будують гальмівну характеристику автомобіля (додаток Г).

4.2 Графічна частина роботи

Графічна частина курсової роботи складається з семи аркушів формату А4. Вони являють собою рисунки із зображенням графіків тягового розрахунку автомобіля (додаток Г): зовнішня швидкісна характеристика двигуна, тяговий баланс, баланс потужностей, динамічна характеристика або динамічний паспорт автомобіля; час і шлях розгону автомобіля, паливно-економічна та гальмівна характеристика автомобіля. Кожен графік має містити назву, масштабні шкали, позначення кожної шкали із зображенням стрілки, одиниці вимірювання величин, що зображені. Допускається оформлювати графічну частину за допомогою програм Компас, AutoCAD, Excel тощо.

5 ЗАХИСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ

До захисту курсової роботи допускається студент, який правильно виконав усі розрахунки, оформив пояснювальну записку та графічну частину. Курсова робота має бути підписана студентом і керівником із зазначенням дати. Під час захисту студент має зробити коротку доповідь, у якій указати мету курсової роботи, основні етапи розрахунку та проаналізувати отримані результати. Також студент має відповісти на поставлені викладачем запитання по суті виконання курсової роботи.

Орієнтовний перелік питань, які виносяться на захист курсової роботи:

1. Яка мета тягового розрахунку автомобіля?
2. Які конструктивні параметри автомобіля визначають під час тягового розрахунку, які характеристики розраховуються?
3. Дати визначення: зовнішньої швидкісної характеристики двигуна, тягового балансу автомобіля, балансу потужностей автомобіля, динамічного паспорта, динамічної характеристики автомобіля, паливно-економічної характеристики автомобіля, гальмівної характеристики автомобіля.
4. За якої умови визначають потужність двигуна?
5. Яким чином обирають кількість передач у коробці передач автомобіля?
6. За якої умови визначають передавальне число першої передачі коробки передач, головної передачі?
7. Що таке динамічний фактор автомобіля? У чому полягає фізична сутність динамічного фактору?
8. Визначити за допомогою динамічного паспорта динамічний фактор автомобіля при різних навантаженнях.
9. Яким чином визначається: крутний момент двигуна, колова сила на ведучих колесах, сили опору повітря та кочення; потужність двигуна та потужність на ведучих колесах, потужність опору повітря та кочення, швидкість руху автомобіля тощо.

10. Які чинники впливають на шляхові витрати палива? Яким чином досягти зменшення витрат палива?

11. Які допущення беруть під час розрахунків часу та шляху розгону автомобіля?

12. Яким чином визначають час і шлях розгону автомобіля до максимальної швидкості?

13. Яким чином визначають шлях, що проходить автомобіль за час перемикання передач?

14. Яким чином визначають прискорення автомобіля?

15. Дати визначення:

- шляху гальмування автомобіля;

- гальмівного шляху;

- шляху зупинки автомобіля.

16. Із чого складається час гальмування автомобіля?

6 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУТКІВ СТУДЕНТА ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Відповідно до положення про проведення поточного та семестрового контролю викладач здійснює перевірку та оцінювання виконання курсової роботи, а також оцінює її захист відповідно до табл. 11.

Таблиця 11 – Оцінювання курсової роботи

Найменування розділу	Кількість балів
1 Розрахунок тягово-швидкісних властивостей автомобіля	15
2 Оформлення пояснювальної записки	15
3 Оформлення графічної частини	30
Сума	60
Захист	40
Усього	100

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: навчальний посібник / А. П. Солтус. – Київ : Арістей, 2004. – 184 с.
2. Литвинов А. С. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: учебник для вузов / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – М. : Машиностроение, 1989. – 240 с.
3. Гришкевич А. И. Автомобили: Теория: учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Мн. : Вышейш. шк, 1986. – 208 с.
4. Фалькевич Б. С. Теория автомобиля / Б. С. Фалькевич. М. : Машиностроение. – 1963. – 239 с.
5. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля / Р. В. Ротенберг. – [3-е изд. перераб. и доп.]. – М : Машиностроение, 1972. – 392 с.
6. Кошарний М. Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля / М. Ф. Кошарний. – Київ : Вища школа, 1992. – 200 с.

Параметри автомобілів виробництва СРСР (СНД)

Автомобіль	тв, кг	т0 , кг	та , кг	т1 , кг	т2 , кг	В0 , м	Н0 , м	Марка дви-гуна
Легкові автомобілі загального призначення								
ВАЗ-2101	-	955	1355	615	740	1,611	1,44	ВАЗ-2101
ВАЗ-2102	-	1010	1440	630	810	1,611	1,454	ВАЗ-2101
ВАЗ-2103	-	1030	1430	656	774	1,611	1,446	ВАЗ-2103
ВАЗ-2108	-	900	1325	649	676	1,750	1,335	ВАЗ-2108
М-2140	-	1045	1445	670	775	1,55	1,48	М-412Э
ГАЗ-24	-	1420	1820	870	950	1,82	1,49	ЗМЗ-24Д
ГАЗ-3102	-	1470	1870	890	980	1,846	1,476	ЗМЗ-402210
ГАЗ-14	-	2605	3165	1545	1620	2,02	1,58	ГАЗ-14
ЗИЛ-117	-	2880	3255	1540	1715	2,068	1,25	
ЗИЛ-4104	-	3335	3800	1800	2000	2,088	1,5	ЗИЛ-4104
Легкові автомобілі підвищеної прохідності								
ВАЗ-2121	-	1150	1550	750	800	1,68	1,64	ВАЗ-2121
УАЗ-469	-	1650	2450	1020	1430	1,785	2,05	УАЗ-451МЧ
Вантажні малотонажні автомобілі								
ИЖ-2715		1100	1590	630	960	1,6	1,76	М-412Э
УАЗ-451М		1540	2700	1200	1500	1,94	2,07	УМЗ-451М
УАЗ-452		1720	2670	1230	1410	1,94	2,07	УМЗ-451М
Вантажні бортові автомобілі загального призначення								
ГАЗ-52-03	2500	2515	5465	1520	3945	2,38	2,19	ГАЗ-52-01
ГАЗ-53-А	4000	3250	7400	1810	5590	2,38	2,22	ЗМЗ-53
ЗИЛ-130	6000	4300	10525	2625	7900	2,5	2,4	ЗИЛ-130
ЗИЛ-133-ГЯ	10000	7610	17835	4460	13375	2,5	3,35	КамАЗ-740
Урал-3774	7500	7225	14950	3950	11000	2,5	2,56	ЗИЛ-375ЛЧ
КамАЗ-5320	8000	7080	15305	4375	10930	2,5	3,65	КамАЗ-740
КамАЗ-53212	10000	8000	18225	4290	13935	2,5	3,65	КамАЗ-740
МАЗ-5335	8000	6725	14950	4950	10000	2,5	2,72	ЯМЗ-236
КрАЗ-65101	15400	10400	26000	5500	20000	2,5	2,8	ЯМЗ-238М2
КрАЗ-65053	17100	10700	28000	6000	22000	2,5	2,8	ЯМЗ-238Д
Вантажні автомобілі підвищеної прохідності								
ГАЗ-66	2000	3470	5800	2730	3070	2,322	2,52	ЗМЗ-66
ЗИЛ-131	5000	6460	11685	3200	8485	2,5	2,975	ЗИЛ-131
Урал-375Н	7000	7100	14925	4170	10755	2,5	2,6	ЗИЛ-375ЯЧ
Урал-4320	5000	8020	13245	4300	8945	2,5	2,87	КамАЗ-740

КаМАЗ-4326	4000	7300	11600	5600	6000	2,5	3,125	КаМАЗ-740
КаМАЗ-43118	10000	10400	20700	5550	15150	2,5	3,540	КаМАЗ-740
КрАЗ-5133BE	5100	11000	16300	7200	9100	2,75	3,15	ЯМЗ-238Д
КрАЗ-6322	10100	12700	23000	7000	16000	2,72	3,10	ЯМЗ-238Д
Сідельні тягачі								
ЗИЛ-130В1-76	6400	3860	10485	2485	8000	2,36	2,4	ЗИЛ-130
КАЗ-608В	4500	4000	8725	2800	5925	2,36	2,5	ЗИЛ-130
Урал-377СН	7500	6830	14555	3555	11000	2,5	2,6	ЗИЛ-375ЯЧ
КаМАЗ-5410	8100	6800	15125	-	-	2,5	2,63	КаМАЗ-740
КаМАЗ-54115	12000	7080	19305	4495	14810	2,5	2,74	КаМАЗ-740
МАЗ-5429	7750	6540	14515	4515	10000	2,5	2,72	ЯМЗ-236
КрАЗ-5444	9300*	8000	17500	6000	11500	2,5	2,8	ЯМЗ-238Д
КрАЗ-6443	17000	10800	28000	6000	22800	2,5	2,8	ЯМЗ-238Д
МАЗ-6422	14700	9050	23900	5900	18000	2,5	2,97	ЯМЗ-238Ф
Автомобілі самоскиди								
ГАЗ-САЗ-53В	3550	3700	7400	1850	5550	2,475	2,675	ЗМЗ-53
ЗИЛ-ММЗ-555	5250	4570	10045	2915	7130	2,42	2,5	ЗИЛ-130
КаМАЗ-5511	10000	9000	19150	4470	14680	2,5	2,7	КаМАЗ-740
КаМАЗ-65115	15000	9300	24450	6000	18450	2,5	2,99	КаМАЗ-740
МАЗ-5549	8000	7225	15375	5375	10000	2,5	2,785	ЯМЗ-236
КрАЗ-6510	13500	11300	24900	5500	19400	2,5	2,8	ЯМЗ-238М2
КрАЗ-6505	15500	11770	27500	6000	21500	2,48	2,970	ЯМЗ-238П
КрАЗ-65055	18000	12300	30300	6100	24200	2,5	2,8	ЯМЗ-238Д

* - Навантаження на сідельно-зчпний пристрій

Шини легкових автомобілів (ГОСТ Р 52900-2007)

Позначення шини	G _к , кН	D _в мм	r _{ст} , м	V _{max} м/с	Застосовують на автомобілях
Діагональні					
155-13/6,15-13	3,80	600	0,278	41,7	ЗАЗ-968, Славута
165-13/6,45-13	4,17	610	0,285	41,7	ВАЗ-2102, М-2140
185-14/7,35-14	5,50	668	0,310	44,4	ГАЗ-24
5,90-13	4,17	620	0,292	26,4	ЛуАЗ-965
6,40-13	4,91	645	0,303	38,9	ИЖ-2715
8,40-15	7,60	791	0,370	27,8	УАЗ-469, УАЗ-451
175/80-16	4,17	692	0,326	41,7	УАЗ Patriot
Радіальні					
155/80R13	4,17	578	0,263	50	ВАЗ-2101
165/80R13	4,66	596	0,271	50	ВАЗ-2103, ВАЗ-2106
175/70R13	4,41	580	0,265	50	ВАЗ-2105, ВАЗ-2107
175/80R13	4,93	608	0,315	50	ВАЗ-2109
175/70R14	4,17	600	0,278	50	ВАЗ-2117
205/70R14	6,18	652	0,295	50	ГАЗ-3102
185/80R15	8,58	674	0,310	33,3	РАФ-2203
175/80R16	4,93	686	0,315	50	УАЗ

Шини вантажних автомобілів (ГОСТ Р 52899-2007)

Позначення шини	$G_{ю}$, кН	D_H , мм	$r_{ст}$, м	V_{max} , м/с	Застосовують на автомобілях
З нерегульованим тиском повітря					
220-508(7,50-20)	12,26	932	0,445	27,8	ГАЗ-52
240-508(8,20-20)	14,72	976	0,465	27,8	ГАЗ-53
260-508(9,00 R20)	20,11	1020	0,476	27,8	ЗИЛ-130, КамАЗ-5320. КамАЗ-551
280-508P(10,00R20)	26,49	1045	0,488	27,8	
300-508P(11,00R20)	25,51	1080	0,505	27,8	МАЗ-5335, КрАЗ-6505
320-508P(12,00R20)	26,78	1120	0,525	25,0	МАЗ-5335, КрАЗ-6505
З регульованим тиском повітря					
320-457(12,00-18)	18,15	1084	0,505	22,2	ГАЗ-66, ЗИЛ-157Д
340-457(13,00-18)	18,84	1132	0,525	27,8	
320-508(12,00-20)	21,58	1142	0,530	22,2	ЗИЛ-131
370-508(14,00-20)	28,07	1260	0,583	23,6	Урал-375Д
410-508(16,00-20)	24,53	1384	0,632	19,4	
1200x500-508	32,37	1177	0,540	22,2	Урал-377, КамАЗ-4310
1300x530-533	35,32	1280	0,585	19,4	КрАЗ-260
1500x600-635	49,05	1485	0,680	18,1	
1600x600-685	70,88	1590	0,725	12,5	

Параметри автомобільних двигунів виробництва СРСР (СНД)

Марка	$V_d, л$	Тип	$N_{e_{max}}, кВт$	$\omega_N, рад/с$	$M_{e_{max}}, Нм$	$\omega_M, рад/с$	κ_M	κ_W	Коефіцієнти		
									a	b	c
Бензинові											
МеМЗ-968	1,197	R4V	29,4	450,3	74,5	293,2	1,14	1,54	0,66	1,49	1,15
ВАЗ-2101	1,198	K4P	47,0	586,4	87,3	356,0	1,089	1,65	0,88	0,69	0,57
ВАЗ-21011	1,295	K4P	50,7	586,4	94,1	356,0	1,089	1,65	0,88	0,69	0,57
М-412Э	1,48	K4P	55,2	607,4	111,2	356	1,22	1,7	0,97	0,98	0,95
ВАЗ-2103	1,45	K4P	56,6	586,4	105,1	366,5	1,088	1,6	0,84	0,78	0,62
ВАЗ-2106	1,57	K4P	58,8	565,5	121,6	314,2	1,16	1,8	0,91	0,9	0,81
ВАЗ-21083	1,5	K4P	49,8	586,1	100	356	1,31	1,65	0,58	2,42	1,99
ЗМЗ-24Д	2,445	K4P	69,9	471,2	186,3	261,8	1,26	1,8	0,85	1,46	1,31
ЗМЗ-4062.10	2,3	K4P	109,8	544,3	206	418,7	1,096	1,3	0,03	2,77	1,80
ГАЗ-5204	3,48	K6P	55,2	293,2	205,9	157,1	1,094	1,87	0,97	0,46	0,43
ЗМЗ-66	4,25	K8P	84,6	345,4	284,4	235,6	1,16	1,47	0,44	2,12	1,56
ЗИЛ-508.10	6,00	K8P	110,3	335,1	402,0	199,0	1,22	1,68	0,75	1,59	1,34
ЗИЛ-375	7,00	K8P	132,4	335,1	465,0	199,0	1,18	1,68	0,80	1,3	1,10
Дизельні											
КамАЗ-740	10,85	Д8V	154,6	272,2	637,6	167,6	1,12	1,6	0,68	1,38	1,06
КамАЗ-740.30-260	10,85	Д8V	191	230	1079	146,5	1,294	1,57	0,39	2,84	2,23
ЯМЗ-236	11,15	Д6V	132,4	219,9	666,7	157,1	1,107	1,4	0,44	1,87	1,31
ЯМЗ-238	14,86	Д8V	176,5	219,9	882,6	157,1	1,099	1,4	0,48	1,73	1,21
ЯМЗ-238БЕ	14,86	Д8V	243	219,9	1225	141	1,113	1,55	0,74	1,16	0,90
ЯМЗ-238Н	14,86	Д8V	220,6	219,9	1078,7	157,1	1,075	1,4	0,61	1,31	0,92
ЯМЗ-240	22,30	Д12V	264,8	219,9	1274,8	157,1	1,061	1,4	0,68	1,07	0,75
ЯМЗ-240Н1	22,30	Д12V	367,7	219,9	1765,0	167,6	1,055	1,31	0,48	1,5	0,98

Зразок оформлення титульної сторінки пояснювальної записки
та графічної частини

Форма № Н-6.01

КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
Навчально-науковий інститут механіки і транспорту
Кафедра автомобілів і тракторів

КУРСОВА РОБОТА

з навчальної дисципліни «Експлуатаційні властивості
автомобілів і тракторів»
на тему «Тяговий розрахунок автомобіля»

Студента IV курсу
групи МБс-15-1
спеціальності 133 –
«Галузеве машинобудування»
Вітюка Д. Б.

Керівник доц., к.т.н. Черненко С.М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

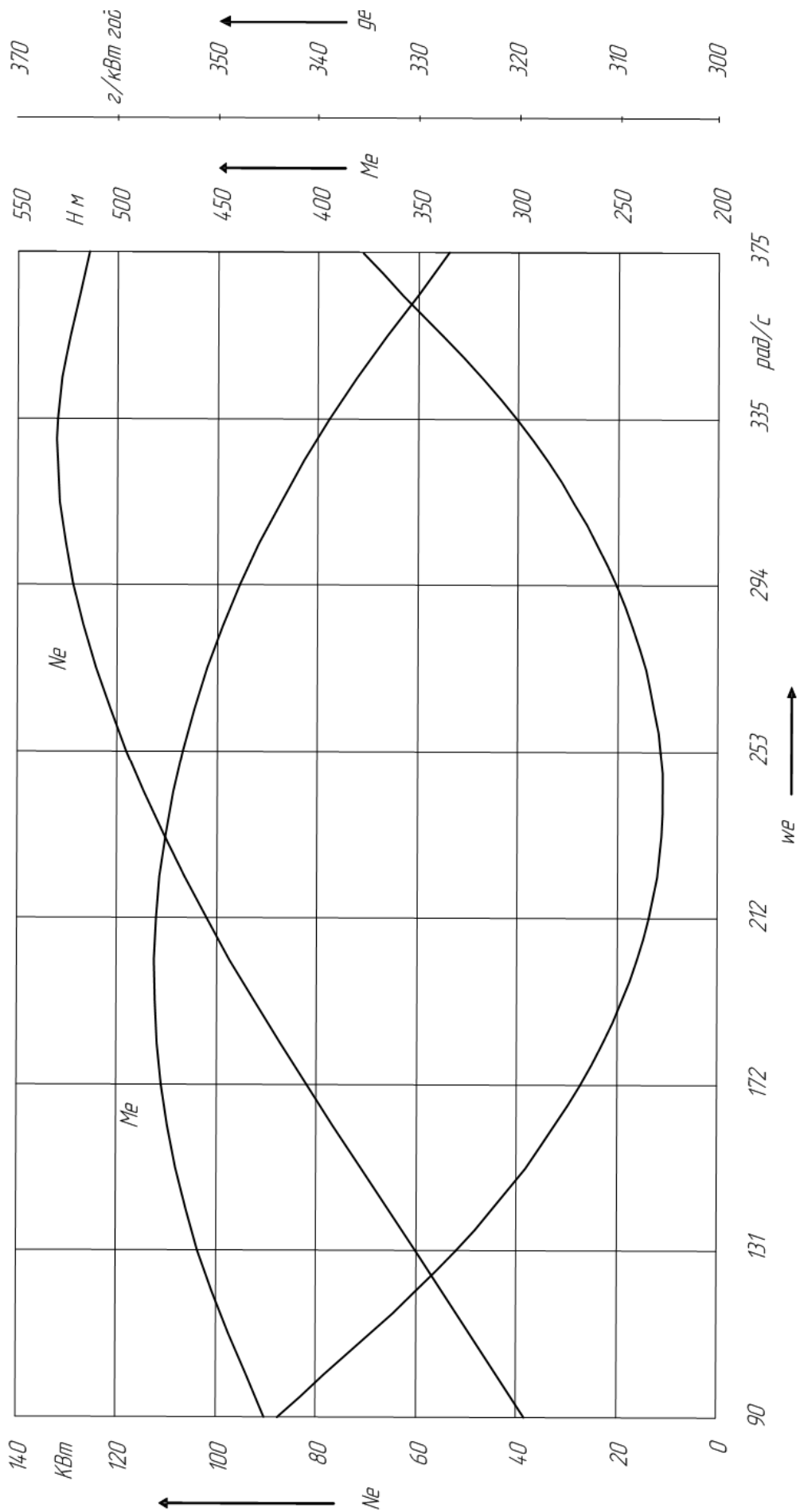
Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

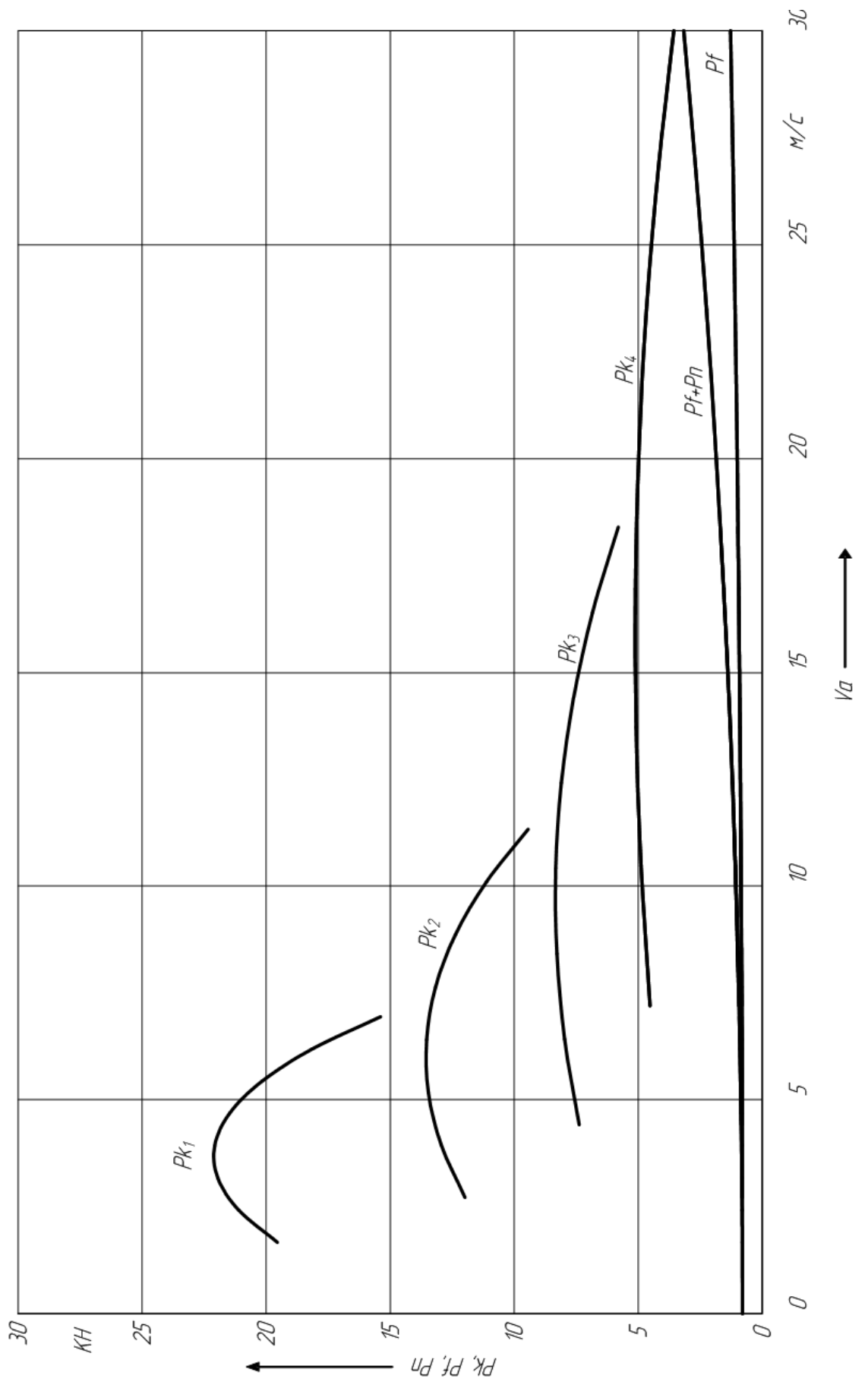
Члени комісії

_____	_____
(підпис)	(прізвище та ініціали)
_____	_____
(підпис)	(прізвище та ініціали)
_____	_____
(підпис)	(прізвище та ініціали)

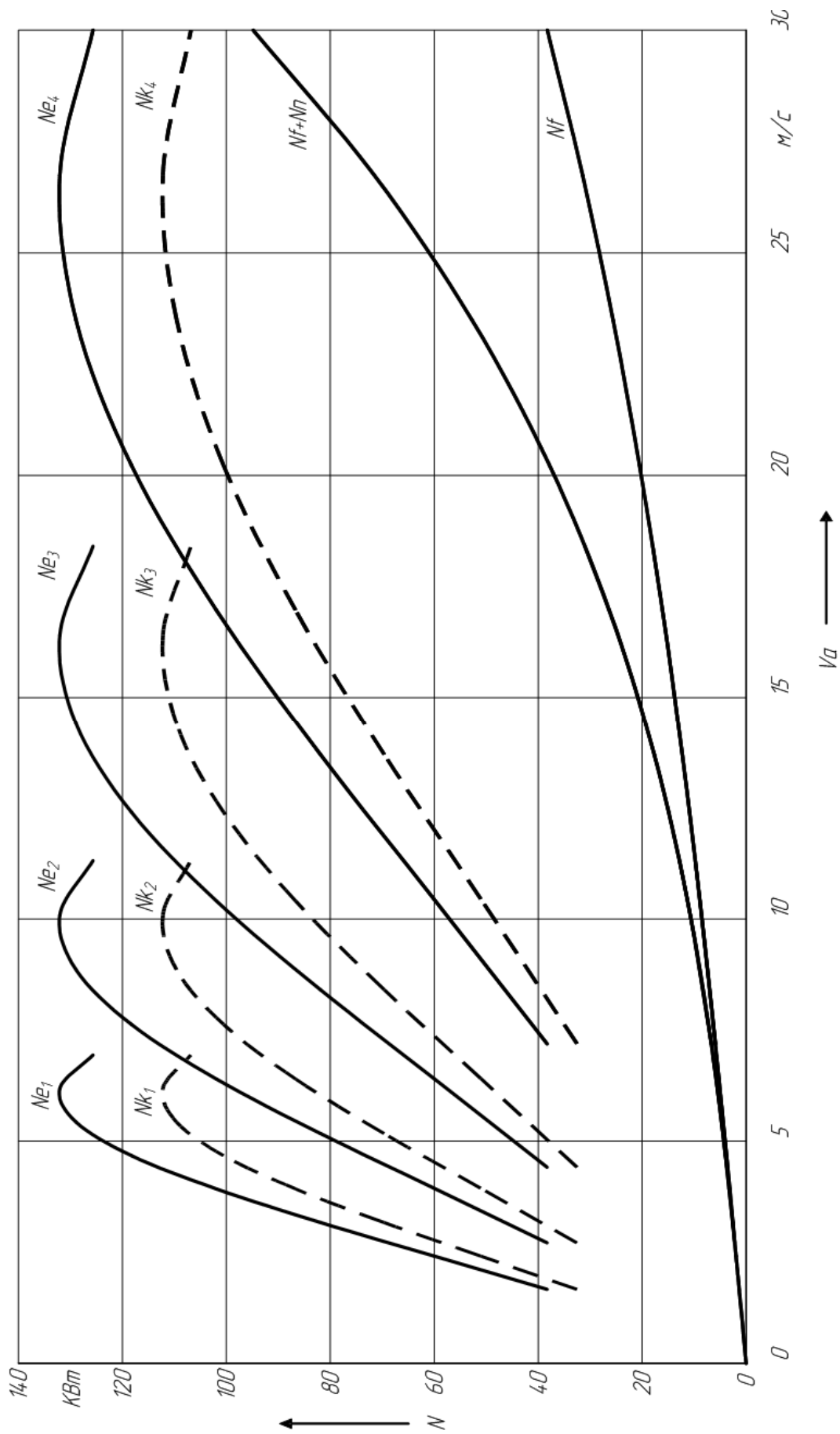
Зовнішня швидкісна характеристика двигуна



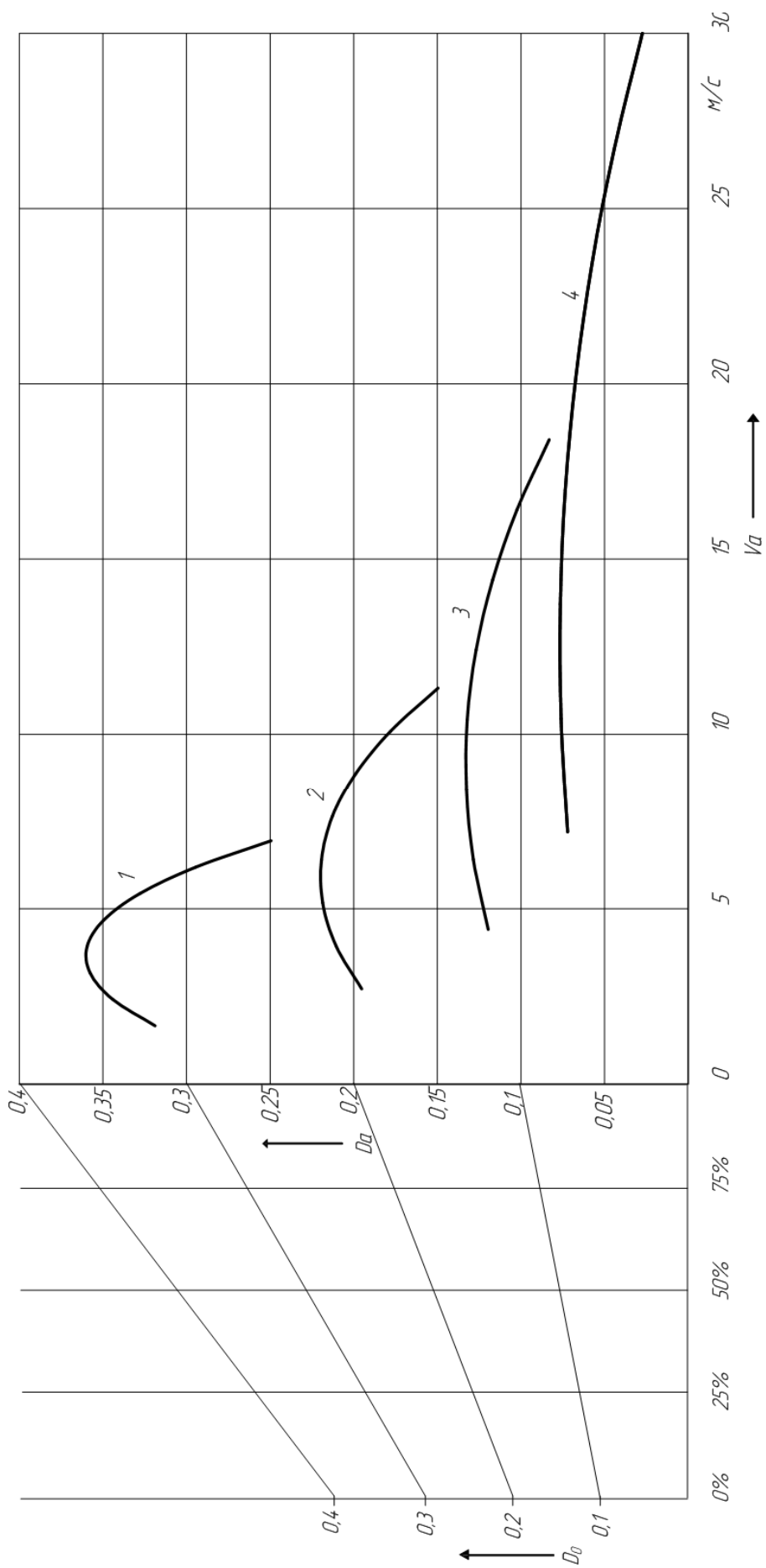
Тяговий баланс автомобіля



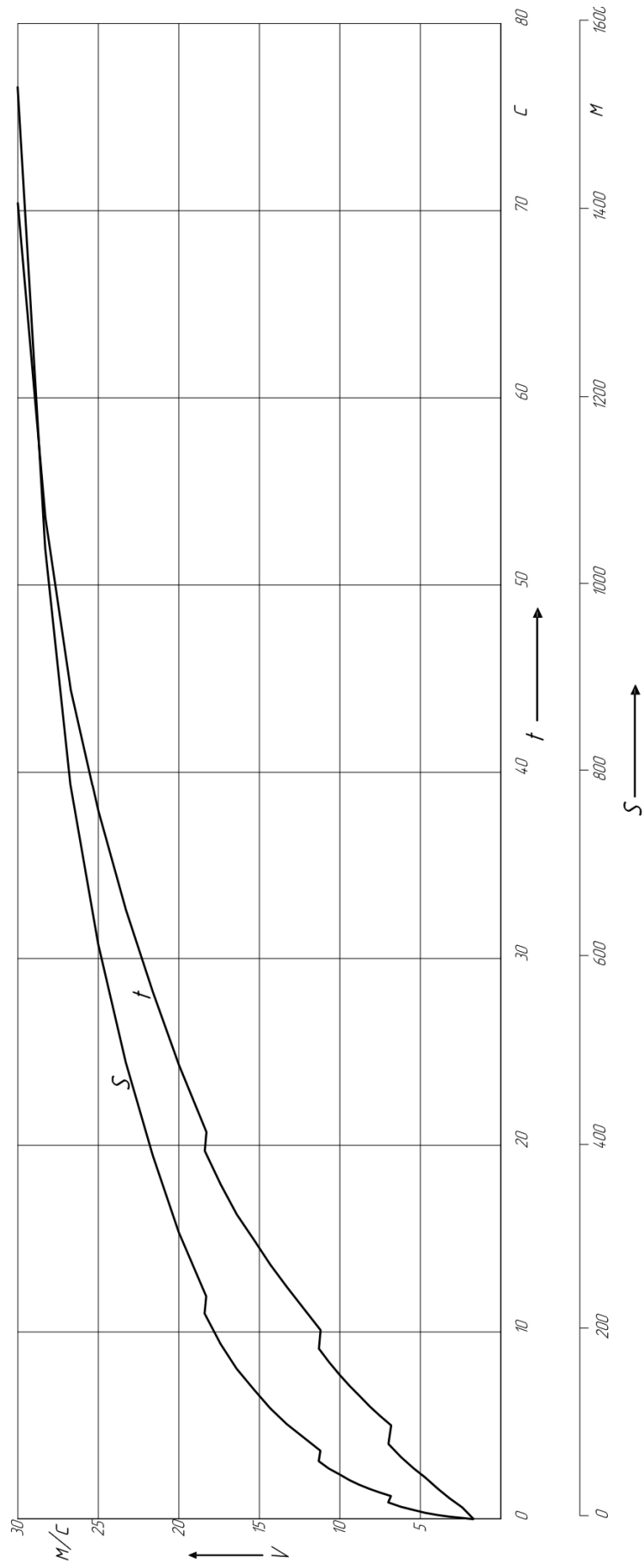
Баланс мощностей автомобиля



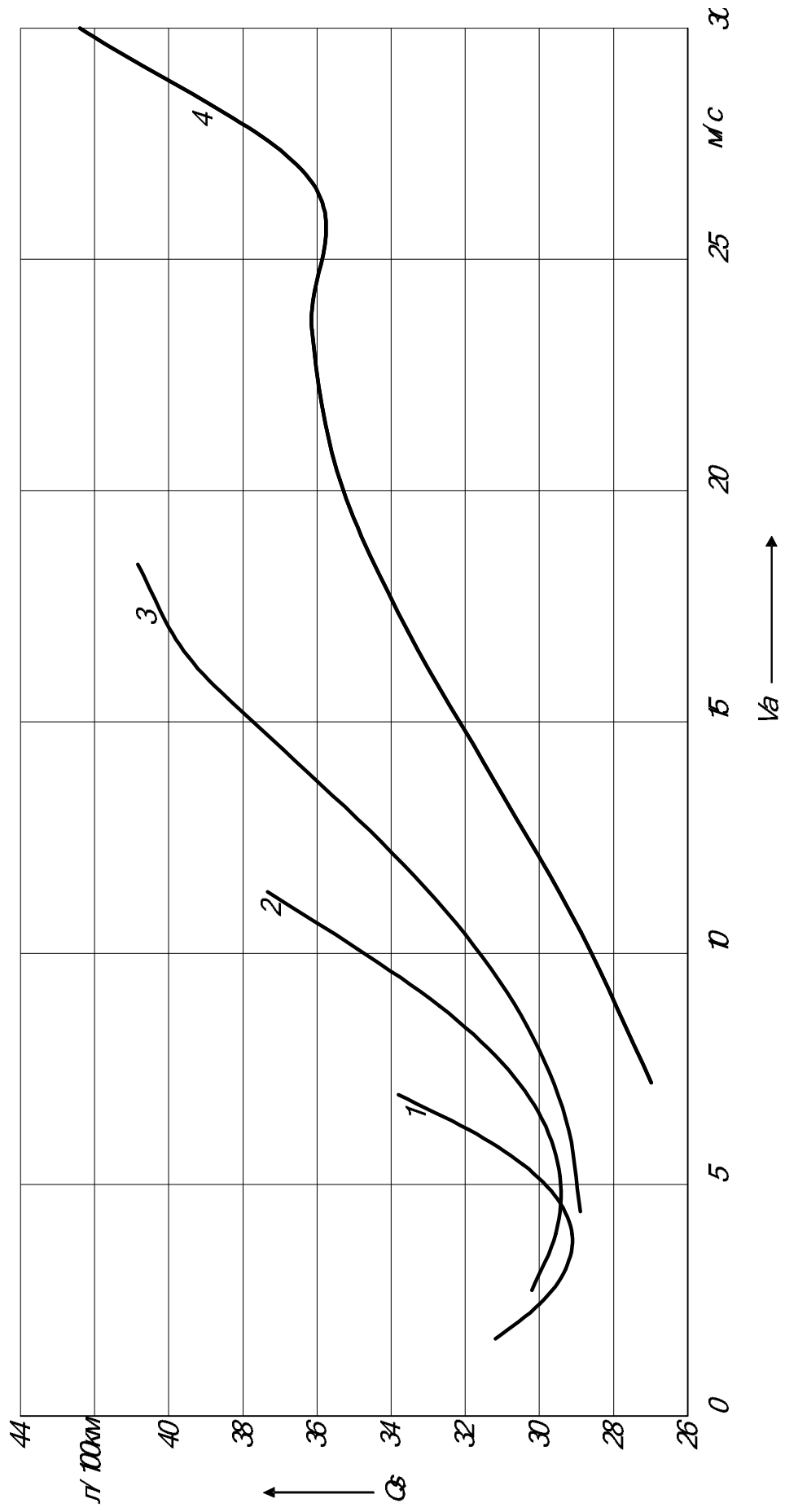
Динамічний паспорт автомобіля



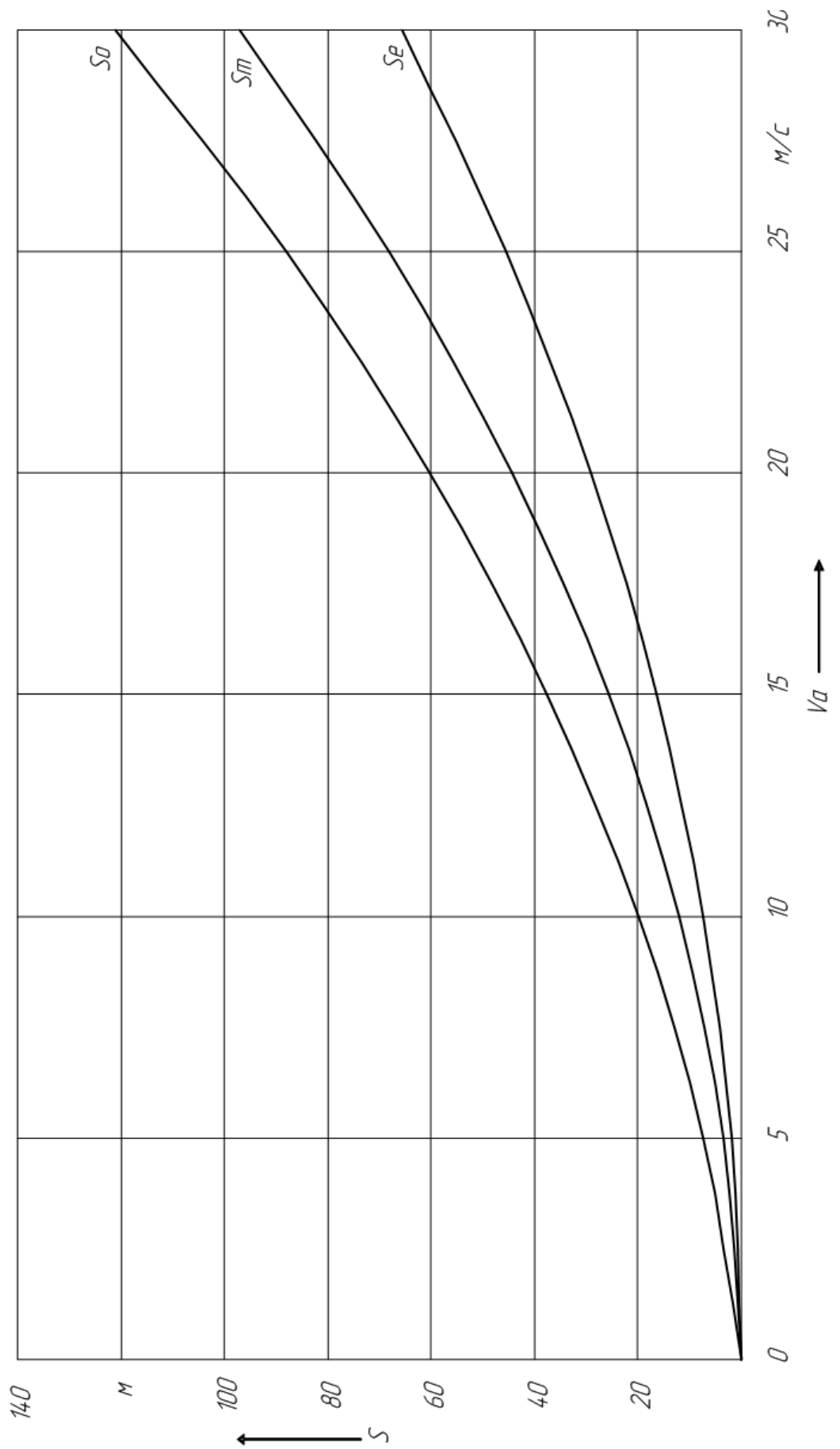
Час і шлях розгону автомобіля



Галивно-економна характеристика автoмобиля



Гальмівна характеристика автомобіля



Методичні вказівки щодо виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобілів і тракторів» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування» за спеціалізацією «Колісні та гусеничні транспортні засоби» (у тому числі скорочений термін навчання) освітнього ступеня «бакалавр».

Укладач к.т.н., доц. С. М. Черненко.

Відповідальний за випуск зав. кафедри «Автомобілі та трактори» Е. С. Клімов

Підп. до др. _____ . Формат 60×84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. арк. _____. Наклад _____ прим. Зам. № _____. Безкоштовно.

Видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600