

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____ В. В. Биков

« ____ » _____ 2014 р.

РЕКОМЕНДОВАНО

навчально-методичною комісією факультету,
протокол засідання № _____

від « ____ » _____ 2014 р.

Голова комісії

к.т.н., доц. _____ М. П. Крамар

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

дисципліни циклу професійної та практичної підготовки
«Автомобілі (розділ — «Розрахунок транспортних засобів»)»
галузь знань 0701 — Транспорт і транспортна інфраструктура,
напрямок підготовки 6.070106 — Автомобільний транспорт

Денне відділення — курс 2-й, 3-й (семестри 4, 5)

Заочне відділення — курс 4-й (семестри 7, 8)

Рекомендовано кафедрою «Автомобільний транспорт», протокол №3 від
«24» грудня 2013 р.

Зав. кафедрою, д.т.н., проф.

М. І. Міщенко

Програму склав к.т.н., доц.

А. В. Хімченко

« ____ » _____ 2014 р.

1 ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальні положення

Робоча програма складена згідно з анотацією дисципліни «Автомобілі (розділ — «Розрахунок транспортних засобів»)» галузевого стандарту вищої освіти України.

Навчальний курс «Розрахунок транспортних засобів» (навчальної дисципліни «Автомобілі») є логічним продовженням курсу «Основи конструкції автотранспортних засобів» тієї ж навчальної дисципліни.

Використовуючи класифікації, технічні характеристики автомобілів, курс «Розрахунок транспортних засобів» дає змогу розраховувати експлуатаційні властивості пов'язані з рухом автомобіля та взаємодією його з дорогою та навколишнім середовищем; визначати показники тягово-швидкісних властивостей, гальмівної динаміки, паливної економічності, керованості та стійкості, плавності ходу та прохідності. Тому курс «Розрахунок транспортних засобів» можна визначити як науку про закони руху АТЗ.

1.2 Мета викладання дисципліни

Кінцева мета викладання навчального курсу «Розрахунок транспортних засобів» навчити студентів засобам аналітичного розрахунку оцінних показників експлуатаційних властивостей АТЗ, що, в кінцевому підсумку, визначають продуктивність рухомого складу і собівартість транспортних перевезень.

1.3 Задачі вивчення дисципліни і основні вимоги до рівня засвоєння змісту дисципліни

Для досягнення зазначеної мети повинні бути вирішені наступні задачі:

- збільшення середньої швидкості руху;
- зменшення споживання палива;
- забезпечення безпеки руху;
- утворення комфортних умов для водія, пасажирів і умов, що забезпечують збереження вантажа.

Задача вивчення курсу «Розрахунок транспортних засобів» — навчити студентів досліджувати закони руху автотранспортних засобів, оцінювати вплив різноманітних конструктивних і експлуатаційних чинників на експлуатаційні властивості, які зв'язані з рухом АТЗ.

Внаслідок вивчення дисципліни «Розрахунок транспортних засобів» студенти повинні:

— знати: основні закономірності руху автотранспортних засобів із однією і декілька ведучими осями; процеси, що відбуваються, як в середині автотранспортного засобу, так і в тих частинах його, що безпосередньо взаємодіють з зовнішнім середовищем, особливо з дорогою; діалектику науки про експлуатаційні властивості АТЗ; роль вітчизняних і закордонних вчених в розвитку науки про закони руху АТЗ;

— уміти: досліджувати закони руху автотранспортних засобів; визначати величину і напрям сил, що діють на колеса ведучих і ведених осей у визначених зовнішніх умовах, бо від них залежать такі основні експлуатаційні властивості АТЗ, як тягово-швидкісні характеристики, керованість, сталість, прохідність, плавність ходу та інші.

Мета проведення лекцій — забезпечити засвоєння студентами визначеного обсягу знань в тісному зв'язку з практикою.

Задачі проведення лекцій — навчити студентів досліджувати закони руху АТЗ, оцінювати вплив різноманітних конструктивних і експлуатаційних чинників на експлуатаційні властивості АТЗ, визначати вихідні величини для розрахунку оцінних показників експлуатаційних властивостей АТЗ. Ознайомити із методикою визначення оцінних показників експлуатаційних властивостей АТЗ за допомогою ЕОМ, принципами їх експериментального визначення.

Мета проведення лабораторних робіт — закріпити на практиці теоретичні відомості, одержані в лекційному курсі.

Задачі проведення лабораторних робіт:

— вивчити додатковий теоретичний матеріал, що не увійшов у лекційний курс;

— уміти застосовувати на практиці теоретичні знання;

— практично визначати оцінні показники експлуатаційних властивостей АТЗ;

— досліджувати вплив конструктивних і експлуатаційних чинників на експлуатаційні властивості АТЗ.

Виконання індивідуального завдання переслідує ціль:

— застосування на практиці знань по основах теорії експлуатаційних властивостей АТЗ при розрахунку графоаналітичними засобами оцінних показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності;

— придбання навиків з оформлення науково-технічного звіту;

— рішення деяких практичних задач (визначення максимального куту ухилу, що подолає АТЗ, винаходження численних значень, що складають сили та потужності графіків силового і потужносного балансів на різноманітних швидкостях руху АТЗ і т. п.), використовуючи графічні залежності тягового розрахунку.

Курсова робота містить пояснювальну записку (виконану з додержанням вимог з оформлення нормативної документації) і графіки тягового розрахунку та паливної економічності АТЗ, що проектується. З метою оволодіння алгоритмом розрахунку графіків виконання курсової роботи з використанням існую-

чих програм на ЕОМ не припустимо.

Критерій екзаменаційних оцінок:

— оцінку «відмінно» заслуговує студент, що виявляє всебічні і глибокі знання програмного матеріалу, що уміє самостійно розраховувати параметри тягово-швидкісних, гальмівних властивостей АТЗ, керованості, сталості, паливної економічності та ін., спроможний вести інженерну дискусію з питань, що стосуються теорії руху АТЗ, що застосовує одержані знання при виконанні курсового проекту і на практиці;

— оцінку «добре» заслуговує студент, що виявляє повне знання програмного матеріалу, що уміє самостійно розраховувати оцінні показники експлуатаційних властивостей АТЗ, спроможний брати участь в інженерній дискусії з питань, що стосуються теорії руху АТЗ, що використовує одержані знання при виконанні курсового проекту і на практиці;

— оцінку «задовільно» заслуговує студент, що виявляє знання програмного матеріалу, що уміє під керівництвом викладача розраховувати оцінні показники експлуатаційних властивостей АТЗ, що має поняття про якісну і кількісну оцінку експлуатаційних властивостей, що частково використовує одержані знання при виконанні курсового проекту і на практиці;

— оцінка «незадовільно» виставляється студентіві, що виявляє пробіли в знанні основних положень програмного матеріалу, що не уміє розраховувати оцінні показники експлуатаційних властивостей АТЗ і що не використовує одержані знання при виконанні курсового проекту і на практиці. Для одержання заліку достатньо показати знання не нижче «задовільно» згідно з критерієм екзаменаційних оцінок. Практичні заняття включають побудову графіків тягового розрахунку і паливної економічності АТЗ.

1.4 Перелік дисциплін, необхідних для вивчення даної дисципліни

Таблиця 1.1 — Перелік дисциплін, що передують

Дисципліни, що забезпечують			Дисципліна
Семестри	Найменування	Розділ	Розділи дисципліни
1, 2	Вища математика	«Функції деяких змінних», «Диференціювання і його додаток», «Визначений інтеграл», «Диференціальні рівняння першого порядку»	2–10

Продовження таблиці 1.1

Дисципліни, що забезпечують			Дисципліна
Семестри	Найменування	Розділ	Розділи дисципліни
1	Загальна хімія	«Властивості хімічних елементів і елементарних речовин», «Прості з'єднання елементів», «Органічні з'єднання»	3–5
1, 2	Фізика	«Молекулярна фізика і термодинаміка»	2–10
2, 3	Теоретична механіка	«Поняття швидкості точки», «Поняття прискорення точки», «Умови і рівняння рівноваги системи сил довільно розміщених в просторі», «Приведення сил до заданого центру», «Рівновага сил», «Робота і потужність»	2–10
1–3	Автомобілі	«Основи конструкції автомобілів»	1–10
1–3	Інженерна і комп'ютерна графіка	«Розтини і перетини», «Робоче креслення», «Складальне креслення»	1–10

1.5 Місце дисципліни в професійній підготовці бакалаврів

Курс «Розрахунок транспортних засобів» відноситься до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра і є невід'ємною складовою частиною дисципліни «Автомобілі».

2 РОЗКЛАД НАВЧАЛЬНИХ ГОДИН

Розподіл навчальних годин дисципліни «Автомобілі» у розділі «Розрахунок транспортних засобів» за основними видами навчальних занять наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 — Розподіл навчальних годин дисципліни «Автомобілі»

Зміст дисципліни	Денне		Семестр	Заочне		Семестр
	Години	Кредити		Години	Кредити	
Лекції	51	1,5	5	8, 4		7, 8
Лабораторні заняття	17	0,5	5	4, 4		7, 8

Продовження таблиці 2.2

Зміст дисципліни	Денне		Семестр	Заочне		Семестр
	Години	Кредити		Години	Кредити	
Практичні заняття	17	0,5	5	4		7
Індивідуальне завдання	+		5			
Контрольна робота				+	+	7, 8
Заліки	+		5	+	+	7, 8
Всього ауд. годин	85	2,5	5	16, 8		7, 8
Години самостійної роботи	34	1	5	74, 48		7, 8
Загалом	119	3,5	5	90, 56		7, 8

3 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

3.1 Лекційні заняття

Таблиця 3.3 — Теми і зміст лекційних занять

№ п/п	Найменування теми	Обсяг у год.		Семестр	
		д/в	з/в	д/в	з/в
1	Модуль 1. Вступ. Експлуатаційні властивості. Мета і задачі вивчення дисципліни. Вплив умов експлуатації на експлуатаційні властивості АТЗ.	4	1	5	7
2	Тягово-швидкісні властивості АТЗ. Вимірювачі, оцінні показники і їх експериментальне визначення. Сили, що діють на АТЗ у загальному випадку руху. Зовнішня швидкісна характеристика (ЗШХ) двигуна і її складові. Аналітичний опис ЗШХ. Момент і потужність на ведучих колесах. Радіуси автомобільного колеса та їх співвідношення. Взаємодія автомобільного колеса з опорною поверхнею. Обмеження сил, що діють на колесо. Коефіцієнт опору кочення, коефіцієнт зчеплення. Вплив на них конструктивних та експлуатаційних чинників. Рівняння силового та потужносного балансу. Перерозподіл нормальних реакцій.	16	4	5	7
3	Модуль 2. Гальмові властивості АТЗ. Оцінні показники і норми. Діаграма негайного гальмування. Рівняння руху АТЗ у режимі гальмування. Оптимальний розподіл нормальних реакцій. Службове гальмування. Засоби службового гальмування.	4	3	5	8
4	Паливна економічність. Оцінні показники. Рівняння витрати палива. Паливно-економічна характеристика. Конструктивні та експлуатаційні фактори, що впливають на паливну економічність	4	3	5	7

Продовження таблиці 3.3

№ п/п	Найменування теми	Обсяг у год.		Семестр	
		д/в	з/в	д/в	з/в
5	Проектувальний тяговий розрахунок АТЗ. Розрахунок і побудова ЗШХ, графіка силового балансу. Побудова динамічної характеристики АТЗ, графіка прискорень, графіка часу і шляху розгону, графіка потужносного балансу.	6	—	5	—
6	Керованість АТЗ. Оцінні показники. Бокове відведення. Кінематика повороту. Типи повертаємості АТЗ. Коливання і стабілізація керованих коліс. Втрата керованості.	9	1	5	8
7	Стійкість АТЗ. Оцінні показники. Визначення оцінних показників поперечної стійкості. Визначення оцінних показників поперечної стійкості та повздовжньої стійкості.	6	1	5	8
8	Прохідність АТЗ. Оцінні показники. Опорна прохідність АТЗ. Профільна прохідність АТЗ.	6	—	5	—
УСЬОГО		51	12	5	7, 8

3.2 Лабораторні заняття

Таблиця 3.4— Теми і зміст лабораторних занять

№ п/п	Найменування теми	Обсяг у год.		Семестр	
		д/в	з/в	д/в	з/в
1	Модуль 1. Радіуси автомобільного колеса.	2	2	5	7
2	Взаємодія веденого колеса з опорною поверхнею.	4	2	5	7
3	Модуль 2. Зчеплення колеса з опорною поверхнею.	4	2	5	7
4	Сила опору розгону автомобіля	4	—	5	—
5	Основні параметри автомобіля	3	2	5	7
УСЬОГО		17	8	5	7, 8

3.3 Практичні заняття

Таблиця 3.5— Теми і зміст практичних занять

№ п/п	Найменування теми	Обсяг у год.
1	Побудова зовнішньо-швидкісної характеристики	3
2	Побудова графіка силового балансу	2
3	Побудова динамічної характеристики АТЗ	2

Продовження таблиці 3.5

№ п/п	Найменування теми	Обсяг в год.
4	Побудова графіка прискорень АТЗ	2
5	Побудова графіка зворотніх прискорень	2
5	Побудова графіків часу і шляху розгону	2
5	Побудова графіка потужносного балансу	2
5	Побудова паливно-економічної характеристики	2
УСЬОГО		17

3.4 Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів денного відділення складається з підготовки до лекційних, лабораторних, практичних занять і виконання індивідуального завдання — розрахунку оцінних показників тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності автотранспортного засобу з побудовою відповідних графіків.

Самостійна робота студентів заочного відділення складається з підготовки до лекційних, лабораторних, практичних занять і виконання контрольних робіт №3 і №4 відповідно в сьомому і восьмому семестрах. Контрольна робота №3 це індивідуальне завдання з розрахунку оцінних показників тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності автотранспортного засобу з побудовою відповідних графіків, а контрольна робота №4 містить п'ять задач з гальмівної динаміки, керованості та стійкості автотранспортних засобів.

Загальний обсяг годин самостійної роботи складає 34 на денному відділенні та 117 на заочному

4 ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1 Види контролю

Основні контрольні заходи:

- поточний контроль;
- підсумковий (семестровий) контроль — залік.

Поточний контролю містить: своєчасність виконання захист та оцінювання лабораторних робіт; своєчасність виконання захист та оцінювання індивідуального завдання; виконання завдань модульних контрольних робіт.

Підсумковий (семестровий) контроль полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу виключно на підставі результатів поточного контролю.

4.2 Перелік типових теоретичних та практичних завдань до модульної контрольної роботи першого модуля

Питання к МКР1

1. Обґрунтувати орієнтовний розрахунок сили опору повітряного середовища.
2. Обґрунтувати розрахунок повної ваги легкового, вантажівки і автобуса.
3. Пояснити динамічний перерозподіл нормальних реакцій під час руху. Навести відповідні залежності.
4. Пояснити, як враховується завантаження двигуна внутрішнього згорання при визначенні паливної економічності.
5. Проаналізувати вибір передатних чисел коробки передач АТЗ.
6. Проаналізувати графік та рівняння потужносного балансу АТЗ.
7. Проаналізувати вибір передатного числа головної передачі АТЗ.
8. Проаналізувати графік часу розгону АТЗ. Пояснити методику його побудови.
9. Проаналізувати вплив мас, що обертаються, на динаміку розгону АТЗ.
10. Проаналізувати рівняння та графік силового балансу АТЗ. Які задачі дозволяє вирішувати графік силового балансу.
11. Проаналізувати вплив обертів та завантаження двигуна на питому витрату палива.
12. Проаналізувати рівняння силового балансу. Показати його складові.
13. Проаналізувати сумарну силу опору дороги та її складові.
14. Проаналізувати графік шляху розгону АТЗ.
15. Дати визначення динамічного фактора. Проаналізувати графік динамічної характеристики АТЗ.
16. Проаналізувати графік прискорень АТЗ та спосіб його побудови при виконанні тягового розрахунку.
17. Проаналізувати рівняння потужносного балансу та його складові.
18. Проаналізувати силу опору дороги та її складові.
19. Дати визначення зовнішньої швидкісної характеристики двигуна внутрішнього згорання та її характерних точок.
20. Яка сила потрібна для зрушення автомобіля масою 1200 кг з місця на уклон 12 % на дорозі з коефіцієнтом опору кочення $f = 0,025$.
21. Колінчастий вал двигуна обертається із кутовою швидкістю 400 с^{-1} . З якою швидкістю рухається автомобіль загальне передаточне число трансмісії якого дорівнює 6,84, а радіус кочення колеса складає 0,31 м.
22. Дати визначення коефіцієнта зчеплення шин з опорною поверхнею. Проаналізувати конструктивні та експлуатаційні фактори, що впливають на нього.
23. Дати визначення коефіцієнта корисної дії трансмісії ТЗ. Проаналізувати вплив на нього конструктивних та експлуатаційних факторів.
24. Дати визначення коефіцієнта, що показує використання потужності двигуна.

25. Паливно-економічна характеристика ТЗ. Дати визначення та навести порядок побудови.
26. Дати визначення паливної економічності ТЗ та навести оцінні показники.
27. Дати визначення паливної економічності ТЗ, проаналізувати рівняння витрати палива.
28. Дати визначення приємності ТЗ та її оцінних показників.
29. Дати визначення радіусам автомобільного колеса. Пояснити їх взаємне співвідношення.
30. Дати поняття коефіцієнта опору кочення. Проаналізувати конструктивні та експлуатаційні фактори, що впливають на нього.
31. Обґрунтувати вибір шин ТЗ, що проектується.
32. Обґрунтувати експериментальне визначення коефіцієнта зчеплення шин АТЗ з опорною поверхнею.
33. Обґрунтувати експериментальне визначення коефіцієнта опору кочення АТЗ.
34. Обґрунтувати обмеження сил, що діють на колесо АТЗ.
35. Обґрунтувати орієнтовне визначення повної ваги автобуса, що проектується.
36. Обґрунтувати орієнтовне визначення повної ваги вантажного автомобіля, що проектується.
37. Обґрунтувати орієнтовне визначення повної ваги легкового автомобіля, що проектується.

Знання теоретичних питань, які наведені вище, дають змогу вирішувати наступні **практичні завдання**:

1. Як зміниться тягове зусилля на ведучих колесах в режимі сталого руху, якщо загальне передаточне число трансмісії зменшити в x разів (обґрунтувати розрахунком).
2. Автомобіль рухається у сталому режимі зі швидкістю V км/г, коефіцієнт корисної дії трансмісії складає $\eta_{\text{тр}} = x$. Яка потужність підведена до ведучих коліс, якщо потужність на колінчастому валу складає N кВт.
3. Колінчастий вал двигуна обертається із швидкістю n об/хв. З якою швидкістю рухається автомобіль, загальне передаточне число трансмісії якого дорівнює U , а радіус кочення колеса складає r м.
4. По наведеному графіку ПЕХ (рис. 9) визначте споживання палива на швидкості V км/г, якщо АТЗ рухається по дорозі з $\psi = x$, а криві споживання палива відповідають наступним значенням $\psi_1 = x_1$, $\psi_2 = x_2$, $\psi_3 = x_3$.
5. Як зміниться тягове зусилля на ведучих колесах в режимі сталого руху, якщо радіус кочення зменшити в k рази (обґрунтувати розрахунком).
6. При кутовій швидкості колінчастого валу двигуна $\omega = x$ с⁻¹ автомобіль рухається із швидкістю $V_a = y$ м/с. Передаточні числа коробки передач і головної передачі складають $U_{\text{кп}} = a$ та $U_{\text{г}} = b$. Визначити радіус кочення коліс.
7. На обертах колінчастого валу n с⁻¹ момент двигуна складає M Н·м.

Визначити потужність двигуна.

8. Довести, або спростувати можливість сталого руху автомобіля підвищеної прохідності на уклон $i\%$ по дорозі з коефіцієнтом зчеплення шин з опорною поверхнею $\varphi_x = a$.

9. У скільки разів підвищуються сили потрібні для подолання опору повітряного середовища при зростанні швидкості руху автомобіля від V_1 км/г до V_2 км/г.

10. Колінчастий вал двигуна обертається із кутовою швидкістю ω с⁻¹. З якою швидкістю рухається автомобіль, загальне передаточне число трансмісії якого дорівнює U , а радіус кочення колеса складає r м.

11. Покажіть на приведеному графіку (рис. 2) зону сталої роботи двигуна та поясніть ваше рішення.

12. Визначити коефіцієнти пристосування двигуна по моменту й частоті обертання якщо відомо: двигун набирає максимального моменту M_1 Н·м на обертах n_1 об/хв, номінальний момент M_2 Н·м відповідає n_1 об/хв.

13. Визначити найменше значення коефіцієнта зчеплення φ_x , необхідного для руху автомобіля на дорозі з уклоном $i = x\%$ і коефіцієнтом опору кочення $f = y$, якщо на ведучу вісь припадає частка повної ваги $X, \%$. Опір повітря не враховувати.

14. Для випадку руху автомобіля на уклон скласти рівняння рівноваги сил вздовж осі X . Розв'язати рівняння відносно прискорення ТЗ.

15. Автомобіль рухається в сталому режимі зі швидкістю V м/с. В трансмісію підведена потужність N кВт. Визначити тягову силу на ведучих колесах, якщо загальне передатне число трансмісії дорівнює U , коефіцієнт корисної дії трансмісії складає $\eta_{\text{тр}}$, а динамічний радіус ведучих коліс — $r_{\text{д}}$ м.

16. На обертах колінчастого вала n об/хв момент двигуна складає M Н·м. Визначити потужність двигуна.

17. Скласти рівняння рівноваги сил вздовж осі Z для випадку руху автомобіля на узвіз.

18. Яка сила опору повітряного середовища діятиме на легковий автомобіль, що рухається зі швидкістю V км/г та має наступні геометричні параметри: довжина — a мм, висота — b мм, ширина — c мм, колія передніх коліс — d мм. Коефіцієнт сумарного опору повітряного середовища дорівнює $K_{\text{п}}$.

19. Максимальна потужність двигуна внутрішнього згорання при кутовій швидкості колінчастого вала ω с⁻¹ складає N кВт. Визначити номінальний момент.

20. Визначити силу опору дороги з коефіцієнтом опору кочення f при русі автомобіля повною вагою m кг на уклон, який дорівнює $i\%$.

21. Для випадку руху автомобіля на уклон скласти рівняння рівноваги сил вздовж осі X . Розв'язати рівняння відносно коефіцієнта опору кочення.

22. Визначити силу опору розгону автомобіля загальною масою m кг, який рухається з прискоренням j м/с². Коефіцієнт обертових мас становить δ .

23. Максимальна потужність двигуна внутрішнього згорання на обертах ко-

лінчастого валу n об/хв складає N кВт. Визначити номінальний момент.

24. Визначити повну вагу автобуса пасажировмісністю n осіб, власна маса якого складає m кг, а екіпаж — n_e особи.

25. Визначте потужність, яка необхідна для подолання опору дороги на швидкості v км/г. Графік тягового балансу наведено на рис. 8.

26. Обґрунтувати орієнтовне визначення лобової площі АТЗ, що проектується.

27. Розрахуйте статичний радіус шини $B/\Delta R d$

28. При частоті обертання колінчастого валу n с⁻¹ момент двигуна складає M Н·м. Визначити потужність двигуна.

29. Розрахуйте коефіцієнт використання потужності двигуна на швидкості V км/г за даними графіка (рис. 8).

30. Визначити лобову площу вантажного автомобіля, який має наступні геометричні параметри: довжина — a мм, висота — b мм, колія передніх коліс — c мм, ширина — d мм.

31. Визначити час та путь розгону АТЗ зі швидкості V_1 км/г до V_2 км/г за допомогою графіків (рис. 6, 7).

32. Яка сила потрібна для зрушення автомобіля вагою m кг з місця на уклон i на дорозі з коефіцієнтом опору кочення f .

33. Графік (рис. 3) побудовано для горизонтальній ділянці дороги та коефіцієнта опору кочення f . Сила f опору кочення колеса на горизонтальній ділянці дороги дорівнює $P_f = x$ Н. Який найбільший кут підйому здолає автомобіль, якщо коефіцієнт опору кочення буде дорівнювати f ?

34. Визначити коефіцієнти пристосування двигуна по моменту й обертам якщо відомо: двигун набирає максимального моменту M_1 Н·м на обертах n_1 об/хв, номінальний момент M_2 Н·м відповідає n_2 об/хв.

35. У результаті зважування і виміру транспортного засобу виявлені наступні його характеристики: повна маса m_a кг; маса, що припадає на передню вісь при горизонтальному положенні транспортного засобу m_1 кг; база L м. Визначити відстань від передньої осі по горизонталі, уздовж транспортного засобу, до його центра мас.

36. Визначте потужність, яка втрачається в трансмісії АТЗ на швидкості V км/г за допомогою графіка (рис. 8).

37. Автомобіль скочується з узвозу уклоном $i = 0,025$ з незмінною швидкістю V_a м/с. Маса автомобіля m_a кг, коефіцієнт опору кочення f . Визначити фактор обтічності автомобіля.

38. Як зміниться тягове зусилля на ведучих колесах в режимі сталого руху, якщо загальне передатне число трансмісії зменшити в k рази (обґрунтувати розрахунком).

39. Визначити силу опору дороги з коефіцієнтом опору кочення f при русі автомобіля повною вагою m кг на уклон, який дорівнює i %.

40. Автомобіль рухається в сталому режимі зі швидкістю V км/г. В трансмісію підведена потужність N кВт. Визначити тягову силу на ведучих колесах,

якщо загальне передаточне число трансмісії дорівнює U , коефіцієнт корисної дії трансмісії складає $\eta_{\text{тр}}$, а динамічний радіус ведучих коліс — $r_{\text{д}}$ м.

41. По наведеному графіку (рис. 2) визначте коефіцієнти пристосування двигуна по моменту та обертам.

42. У скільки разів підвищуються витрати потужності на подолання опору повітряного середовища при зростанні швидкості руху автомобіля від V_1 км/г до V_2 км/г.

43. Побудувати зовнішню швидкісну характеристику двигуна, якщо при випробуваннях двигуна на гальмівному стенді було визначено:

об/хв	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8
Н·м	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8

44. Для випадку руху автомобіля на уклон скласти рівняння рівноваги сил вздовж осі X . Розв'язати рівняння відносно швидкості руху АТЗ.

45. За допомогою наведеного графіка (рис. 2) визначте запас крутного моменту двигуна.

46. Яку максимальну швидкість набере АТЗ, баланс потужності якого наведено на рис. 8, на піщаній та горизонтальній поверхні, якщо наведений графік побудовано для ψ_V ?

47. ТЗ має прискорення вказані на графіку (рис. 5). На яких швидкостях треба переключати передачі з точки зору найшвидшого розгону?

48. Який найбільший додатковий кут підйому може здолати автомобіль з динамічною характеристикою наведеною на рис. 4, якщо задано значення сумарного опору дороги ψ ?

49. Визначити запас потужності АТЗ на швидкості V км/г за допомогою графіка на рис. 8.

4.3 Перелік типових теоретичних та практичних завдань і роздавальний графічний матеріал до модульної контрольної роботи другого модуля

1. Дати визначення гальмівних властивостей ТЗ та навести оцінні показники.
2. Обґрунтувати основні принципи нормування гальмівних властивостей ТЗ.
3. Проаналізувати діаграму гальмування ТЗ з повним негайним гальмуванням.
4. Дати оцінку максимального значення сталого уповільнення ТЗ при гальмуванні.
5. Обґрунтувати теоретичне визначення гальмівного шляху ТЗ.
6. Дати поняття оптимального розподілу гальмівних сил та пояснити його необхідність.
7. Проаналізувати способи досягнення оптимального розподілу гальмівних сил.

8. Отримати рівняння службового гальмування.
9. Обґрунтувати способи службового гальмування ТЗ. Навести та проаналізувати рівняння службового гальмування.
10. Дати оцінку впливу гальмівних властивостей ТЗ на швидкість руху.
11. Дати визначення керованості ТЗ. Навести оцінні показники керованості та пояснити способи їх експериментального визначення.
12. Пояснити бокове відведення еластичної шини. Обґрунтувати коефіцієнт опору боковому відведенню.
13. Визначити та проаналізувати основні кінематичні параметри повороту з урахуванням бокової пружності шин. (Визначити радіус повороту та проаналізувати вплив бокової пружності шин на радіус повороту.)
14. Проаналізувати типи повертання ТЗ та фактори, що на нього впливають.
15. Проаналізувати співвідношення кутів повороту керованих коліс ТЗ з еластичними шинами.
16. Проаналізувати співвідношення кутів повороту керованих коліс ТЗ з жорсткими колесами.
17. Обґрунтувати коливання керованих коліс ТЗ, які пов'язані з їх незрівноваженістю.
18. Обґрунтувати коливання керованих коліс ТЗ, які пов'язані з їх динамічною незрівноваженістю.
19. Обґрунтувати коливання керованих коліс ТЗ, які пов'язані з їх статичною незрівноваженістю.
20. Обґрунтувати коливання керованих коліс ТЗ, які пов'язані з кінематичною неузгодженістю підвіски та кермового приводу.
21. Обґрунтувати коливання керованих коліс ТЗ, які пов'язані з кінематичною неузгодженістю підвіски та кермового приводу на прикладі залежної підвіски.
22. На прикладі незалежної підвіски обґрунтувати коливання керованих коліс ТЗ, які пов'язані з кінематичною неузгодженістю підвіски та кермового приводу.
23. Обґрунтувати виникнення автоколивань керованих коліс ТЗ.
24. Стабілізація керованих коліс ТЗ. Проаналізувати засоби отримання стабілізації. Визначити стабілізуючий момент.
25. Дати аналітичну оцінку критичної швидкості втрати керованості ТЗ.
26. Дати визначення стійкості ТЗ та привести оцінні показники.
27. Визначити коефіцієнт поперечної стійкості, навести рекомендації до його практичного застосування.
28. Визначити та проаналізувати критичну швидкість руху ТЗ щодо бокового ковзання. (Дати оцінку критичної швидкості руху ТЗ щодо бокового ковзання.)
29. Визначити та проаналізувати критичний кут косогору щодо бокового ковзання автомобіля.
30. Дати оцінку критичної швидкості руху ТЗ щодо бокового перекидання.

31. Визначити та проаналізувати критичний кут косоугру щодо бокового перекидання ТЗ.

32. Дати визначення коефіцієнта поперечної стійкості та проаналізувати фактори, що на нього впливають.

33. Дати оцінку критичної швидкості руху щодо курсової стійкості.

34. Визначити та проаналізувати оцінні показники поздовжньої стійкості ТЗ за умовою зчеплення ведучих коліс з опорною поверхнею.

35. Визначити та проаналізувати критичний кут уклону дороги за умовою зчеплення ведучих коліс з дорогою на прикладі повнопривідного автомобіля. (Визначити оцінні показники поздовжньої стійкості повнопривідного ТЗ за умовою зчеплення ведучих коліс з опорною поверхнею.)

36. Визначити та проаналізувати критичний кут уклону дороги за умовою зчеплення ведучих коліс з дорогою на прикладі автомобіля з передньою ведучою віссю. (Визначити оцінні показники поздовжньої стійкості передньопривідного ТЗ за умовою зчеплення ведучих коліс з опорною поверхнею.)

37. Визначити та проаналізувати критичний кут уклону дороги за умовою зчеплення ведучих коліс з дорогою на прикладі автомобіля із задньою ведучою віссю. (Визначити оцінні показники поздовжньої стійкості задньопривідного ТЗ за умовою зчеплення ведучих коліс з опорною поверхнею.)

38. Дати визначення критичного кута уклону за умовою перекидання автомобіля відносно осі, яка проходить через контактні площадки задніх коліс. Проаналізувати фактори, що на нього впливають. (Визначити оцінні показники поздовжньої стійкості ТЗ за умовою перекидання навколо осі, що проходить через контактні площадки коліс.)

Знання теоретичних питань, які наведені вище, дають змогу вирішувати наступні **практичні завдання**:

1. Для випадку рівномірного руху автомобіля на узвозі скласти рівняння рівноваги моментів сил відносно контактної площадки коліс передньої осі. Розв'язати рівняння відносно нормальної реакції опорної поверхні на колеса задньої осі.

2. Для випадку руху автомобіля на уклон скласти рівняння рівноваги сил вздовж осі X . Розв'язати рівняння відносно швидкості руху автомобіля.

3. Для випадку прискореного руху автомобіля на уклон скласти рівняння рівноваги моментів сил відносно контактної площадки коліс задньої осі.

4. Для випадку рівномірного руху автомобіля на уклон скласти рівняння рівноваги моментів сил відносно контактної площадки коліс задньої осі. Розв'язати рівняння відносно нормальної реакції опорної поверхні на колеса передньої осі.

5. Для випадку прискореного руху автомобіля на уклон скласти рівняння рівноваги моментів сил відносно передньої осі.

6. Для випадку рівномірного руху автомобіля на віражі скласти рівняння рівноваги моментів сил відносно осі, що минає через контактні площадки зовнішнього борту. Розв'язати рівняння відносно відцентрової сили.

7. Скласти рівняння рівноваги сил вздовж осі Z для випадку руху автомобіля на віражі.
8. Для випадку руху автомобіля по косогору з уклоном вправо скласти рівняння рівноваги моментів сил відносно осі, що минає через контактні площадки правого борту.
9. Автомобіль, що має гальма на всіх колесах, рухається на узвозі по дорозі, що має коефіцієнт зчеплення φ_x і коефіцієнт опору кочення f . Знайти величину уклону дороги, при якому за умовами зчеплення автомобіль не зможе загальмувати.
10. Транспортний засіб, база якого L , висота до центра ваги h_g , відстань від центра ваги до передньої осі по горизонталі a , загальмовано до повної зупинки. Довжина гальмівного шляху S_r . При відомому значенні коефіцієнта зчеплення φ_x , визначити швидкість руху автомобіля перед початком гальмування, якщо гальмують усі колеса.
11. Автомобіль, що має гальма на всіх колесах, рухається на узвозі по дорозі, що має коефіцієнт зчеплення φ_x і коефіцієнт опору коченню f . Знайти величину уклону дороги, при якому за умовами зчеплення автомобіль не зможе загальмувати. Опір повітря не враховувати.
12. Двовісний автомобіль з базою L та односкатними колесами наближається до повороту. Поворот автомобіля праворуч необхідно зробити з максимальним наближенням до внутрішнього узбіччя дорожнього полотна, радіус кривини якого дорівнює R . На якій відстані від узбіччя повинно котитися переднє колесо автомобіля, щоб заднє колесо не виходило за межі дорожнього полотна? Колію передніх і задніх коліс вважати однаковою.
13. Визначити, як зміниться стабілізуючий момент на керованих колесах, якщо кут поперечного нахилу осі повороту коліс зменшиться від α_1 до α_2 , а плече обкатки збільшиться з c_1 до c_2 .
14. Визначити критичну швидкість втрати керованості ТЗ при русі по дорозі з коефіцієнтом опору кочення f , коефіцієнтом зчеплення φ , якщо база ТЗ L , а радіус повороту R .
15. Автомобіль рухається по кривій радіусом R . На кривій є віраж з кутом поперечного уклону β . Коефіцієнт зчеплення шин з дорогою дорівнює φ_y . Визначити максимальну швидкість руху по кривій без бокового ковзання.
16. Визначити критичну швидкість, при якій транспортний засіб спроможний проїхати по кривій радіусом R , що має поперечний уклон з кутом «мінус» β , при цьому коефіцієнт зчеплення шин із дорогою складає φ_y .
17. Механічний транспортний засіб рухається по кривій радіусом R . Дорога горизонтальна і має коефіцієнт зчеплення шин з дорогою φ_y . Знайти максимальну швидкість руху по кривій без бокового ковзання.
18. На платформу вантажного автомобіля встановлено вантаж m_v , висота центра мас якого відносно платформи h_v . На горизонтальній ділянці центр мас вантажу знаходиться над задньою віссю. Відстань від осі до центра мас автомобіля без вантажу h , радіус колеса $r_{ст}$, відстань від центра мас автомобіля

без вантажу до задньої осі b , відстань від осі до платформи ρ , власна маса автомобіля m_0 . Знайти максимальний кут уклону, що подолає автомобіль без втрати поздовжньої стійкості. Опором кочення коліс знехтувати.

19. Довести або спростувати можливість сталого руху повнопривідного автомобіля на уклон i по дорозі з коефіцієнтом зчеплення шин з опорною поверхнею φ_x .

20. Довести або спростувати можливість сталого руху задньопривідного автомобіля на уклон i по дорозі з коефіцієнтом зчеплення шин з опорною поверхнею φ_x й опором кочення f , якщо база автомобіля L , а центр ваги розташований в середині бази на висоті h_g .

21. Визначити найменше значення коефіцієнта зчеплення φ_x , необхідного для руху автомобіля на дорозі з уклоном i і коефіцієнтом опору кочення f , якщо на ведучу вісь припадає частка повної ваги X . Опір повітря не враховувати.

22. Як зміниться поздовжня стійкість повнопривідного ТЗ, якщо його маса підвищиться в n разів, а відстань до задньої осі зменшиться в k разів.

23. Як зміниться поздовжня стійкість передньопривідного ТЗ із центром мас розташованим на рівній відстані від обох осей на висоті $x \cdot L$ за умови зчеплення з опорною поверхнею, якщо його маса підвищиться у n разів, а відстань від центра мас до задньої осі зменшиться в k разів. Коефіцієнт опору кочення складає $y \cdot \varphi_x$.

24. Як зміниться поздовжня стійкість задньопривідного ТЗ із центром мас розташованим на рівній відстані від обох осей на висоті $x \cdot L$ за умови зчеплення з опорною поверхнею, якщо його маса підвищиться у n разів, а відстань від центра мас до задньої осі зменшиться в k разів. Коефіцієнт опору кочення складає $y \cdot \varphi_x$.

Рисунки, що необхідні для вирішення задач наведено нижче (рис. 1–9).

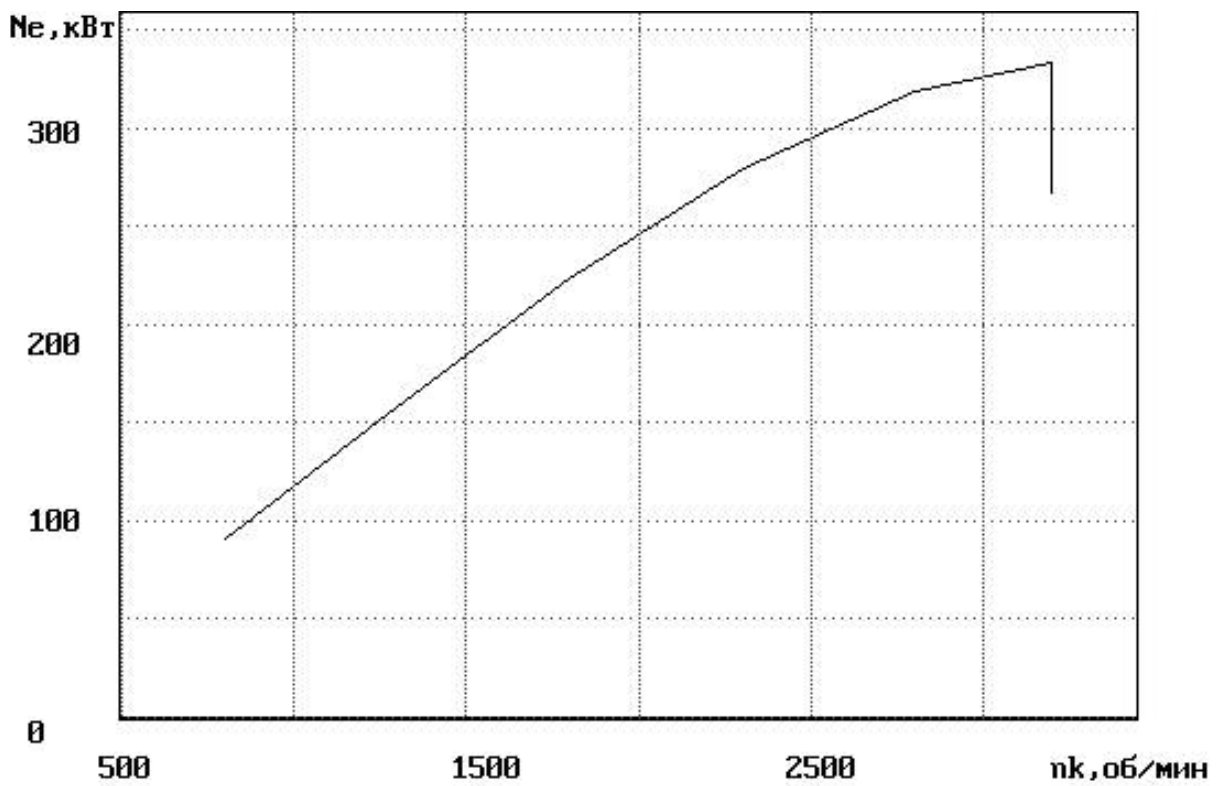


Рисунок 1 — Зовнішньо-швидкісна характеристика. Залежність потужності від оборотів колінчастого вала

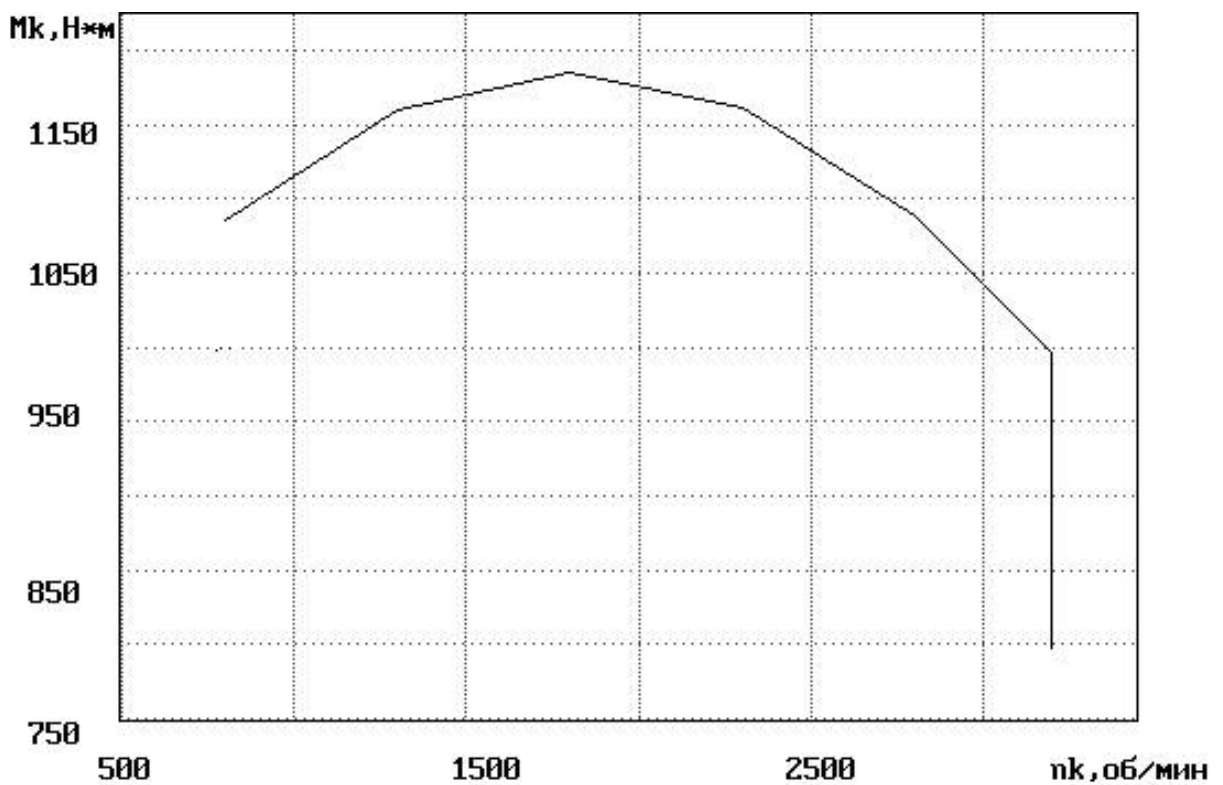


Рисунок 2 — Зовнішньо-швидкісна характеристика. Залежність моменту від оборотів колінчастого вала

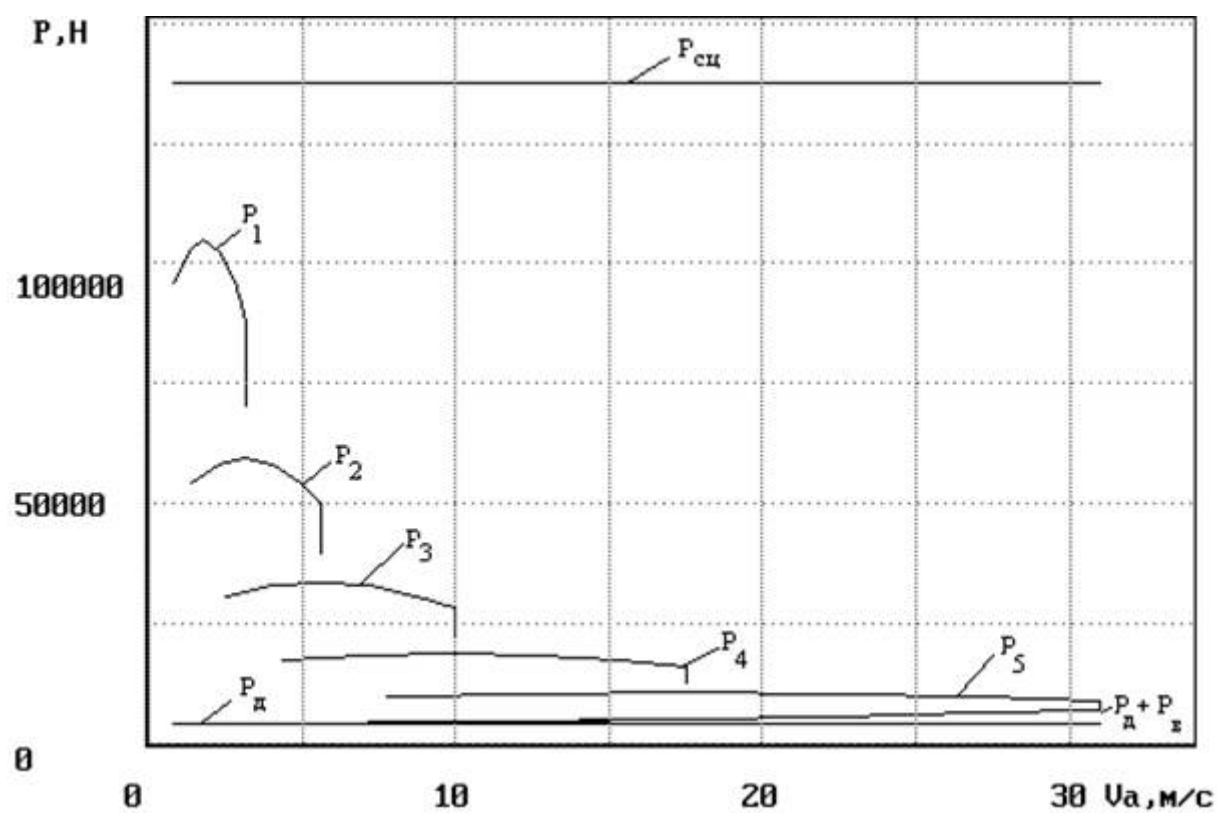


Рисунок 3 — Графік силового балансу

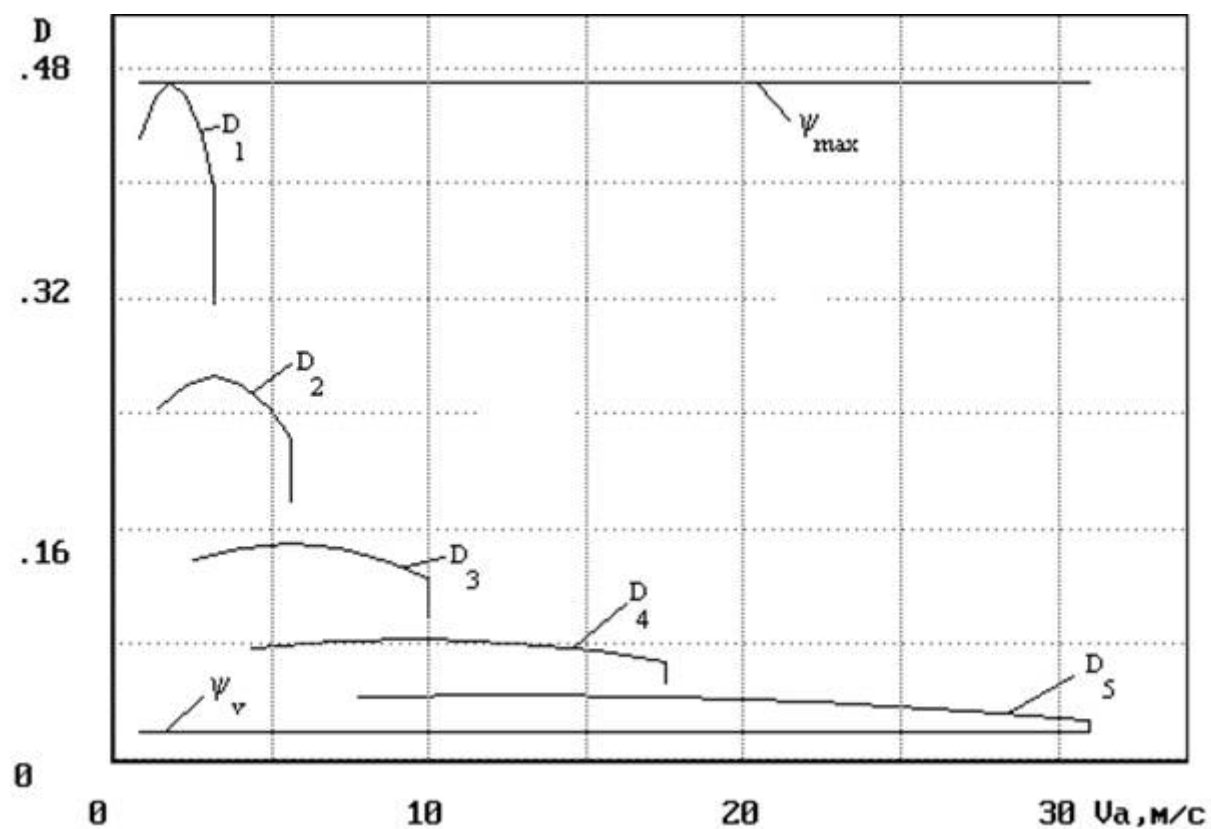


Рисунок 4 — Графік динамічного фактора

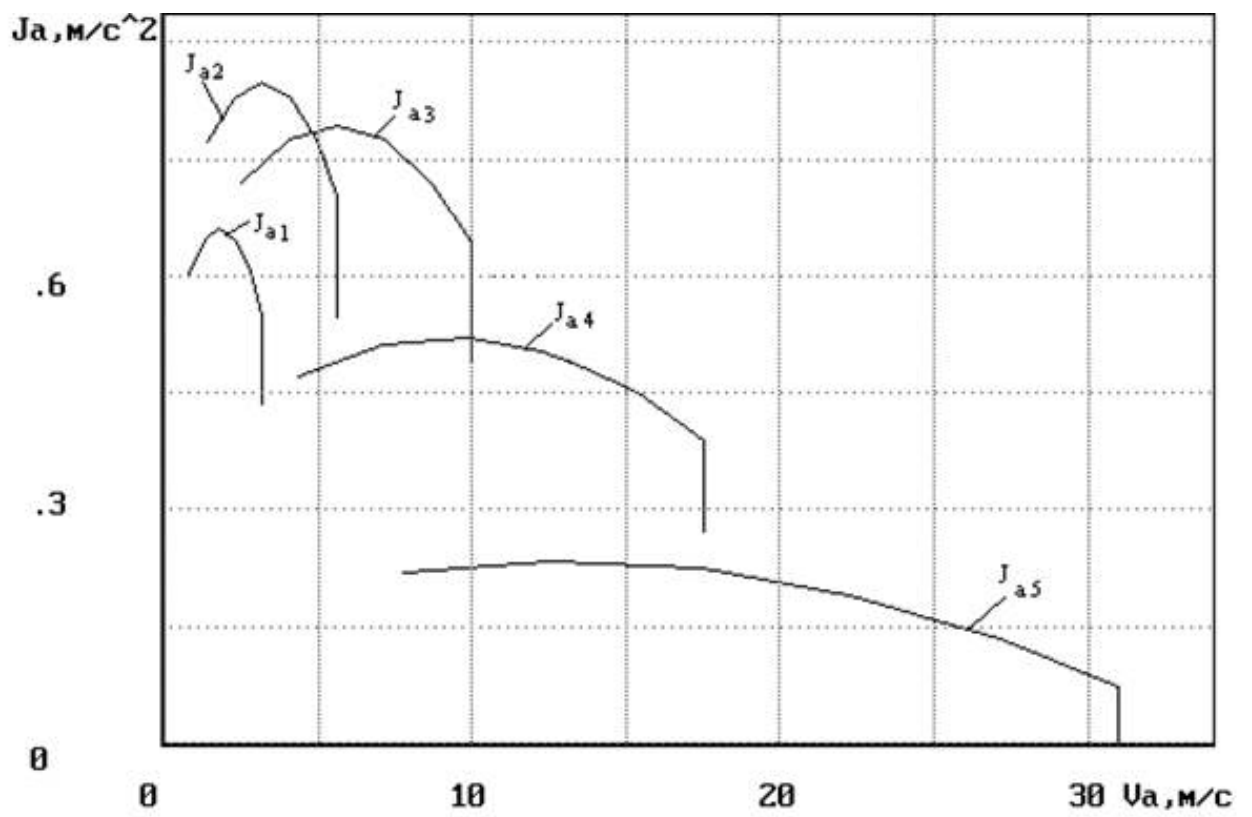


Рисунок 5—Графік прискорень

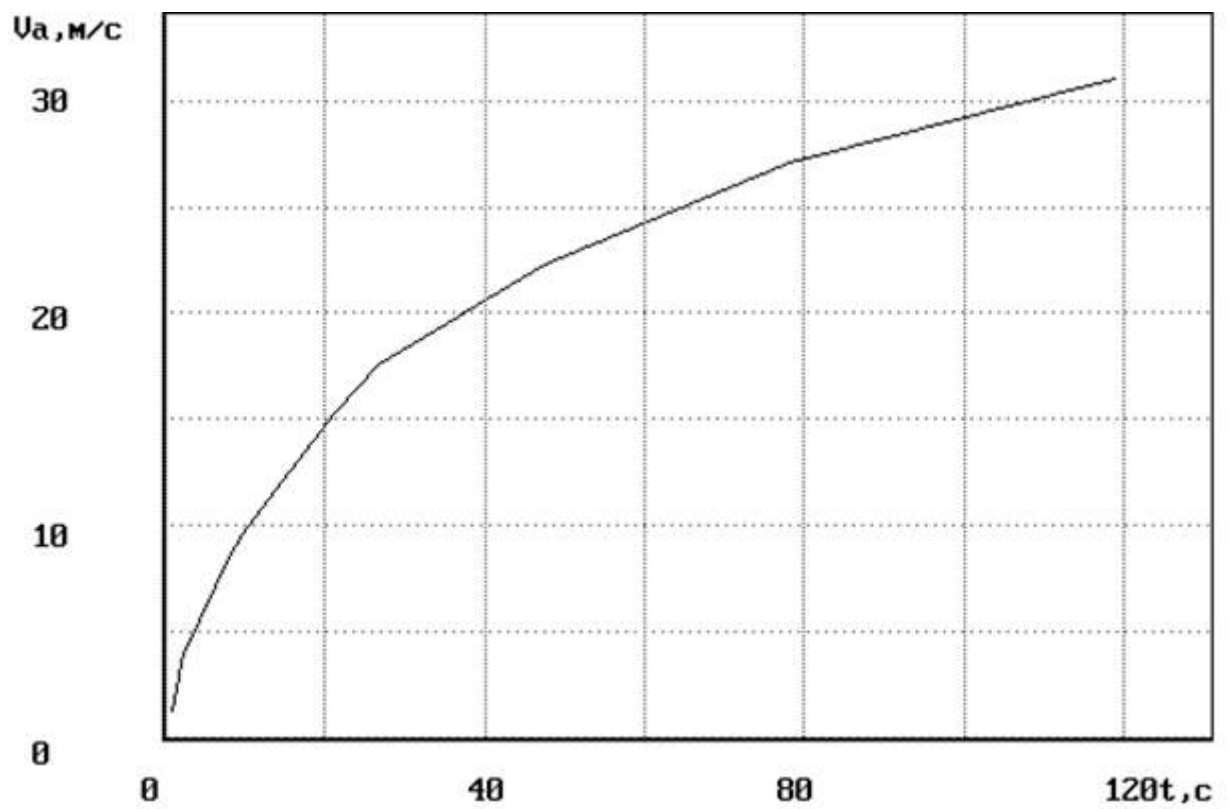


Рисунок 6—Графік часу розгону

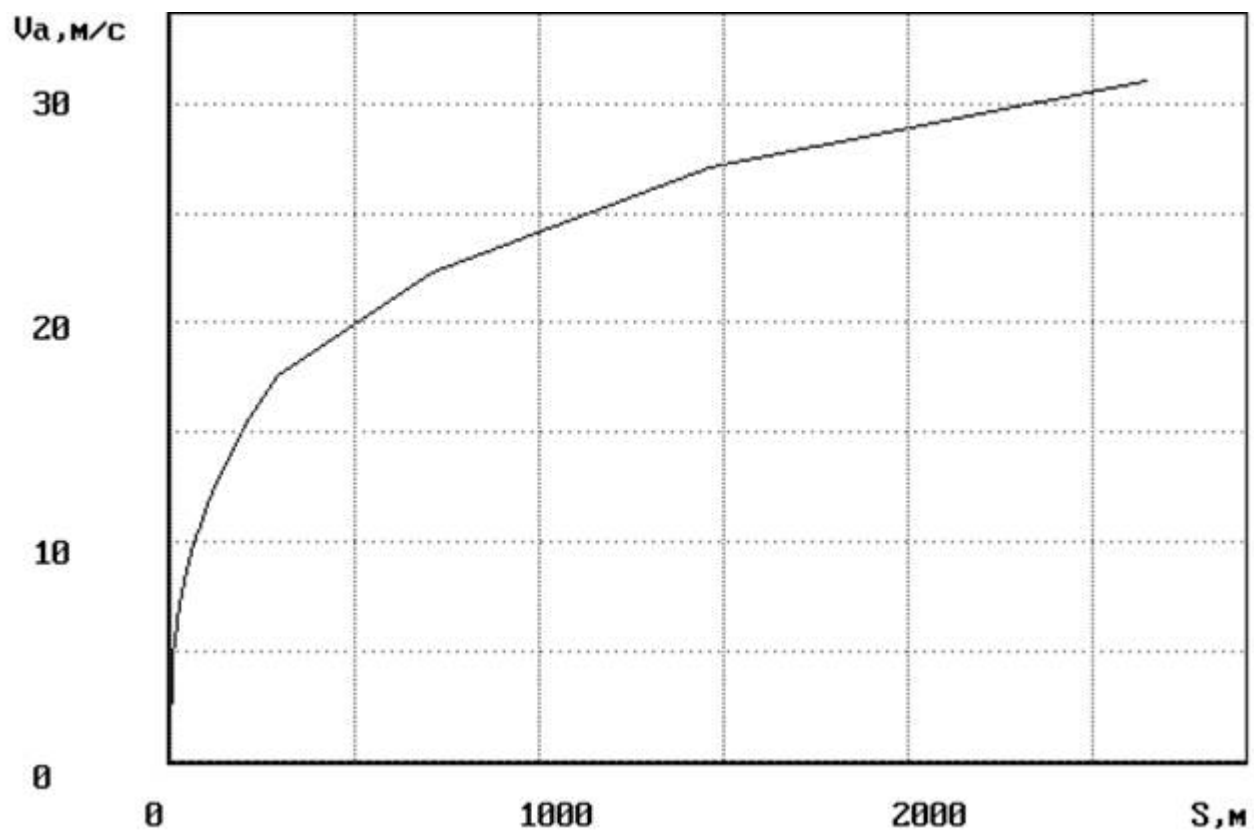


Рисунок 7—Графік шляху розгону

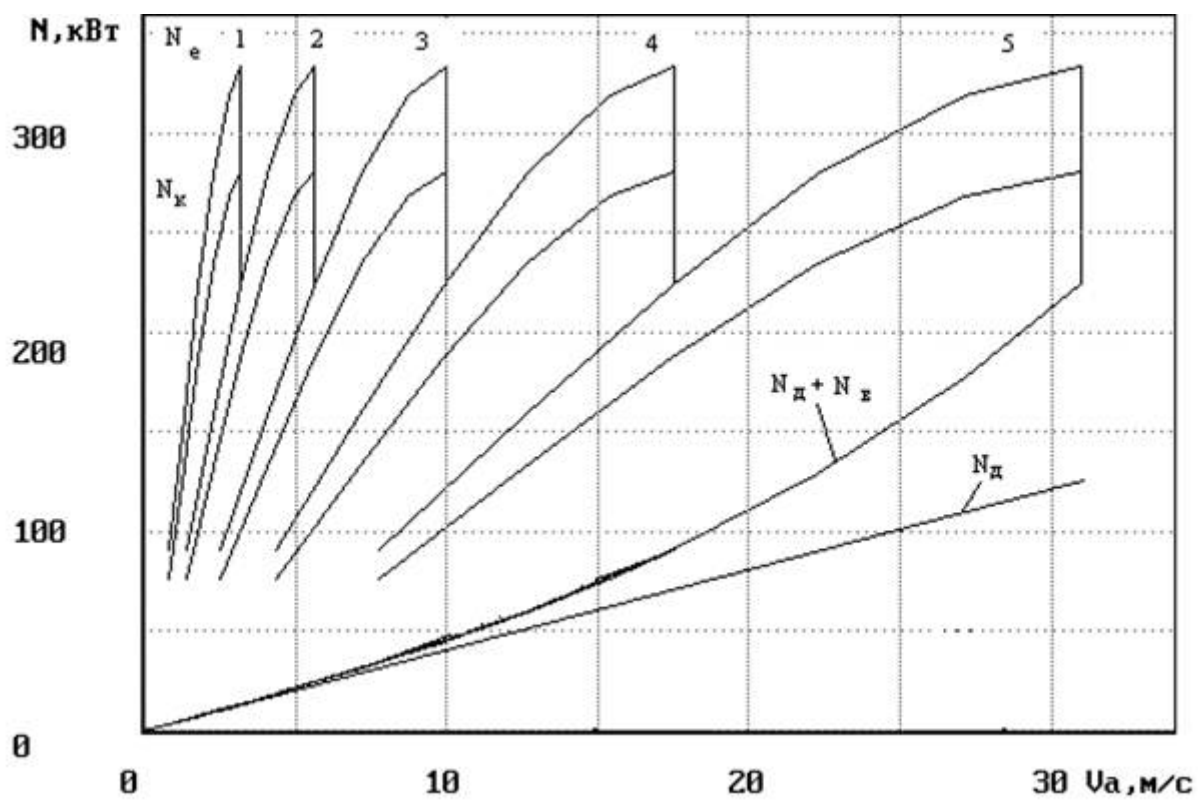


Рисунок 8—Графік потужностного балансу

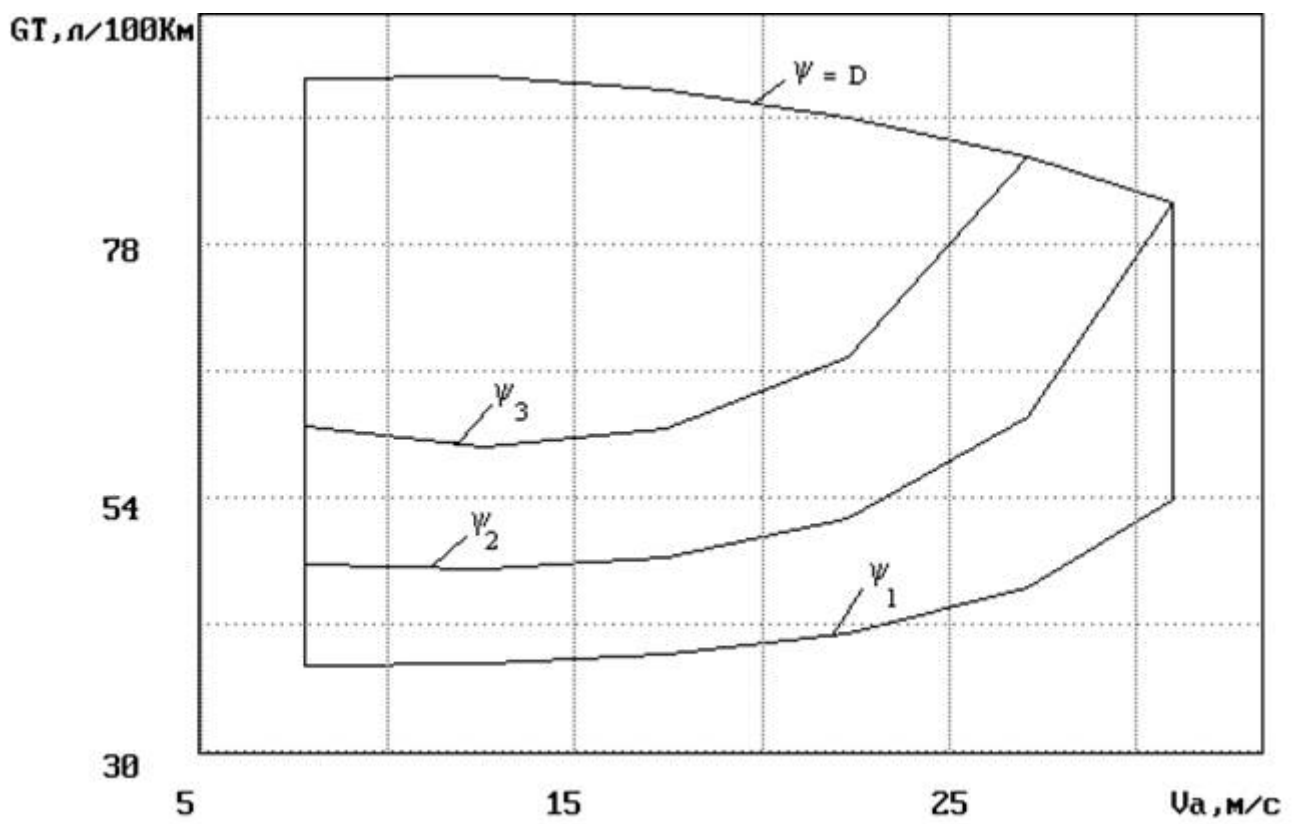


Рисунок 9 — Графік паливно-економічної характеристики

5 ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ І НАВЧАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

5.1 Основна та додаткова література

Основна

1. Литвинов А. С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин.— М.: Машиностроение, 1989.— 240 с.
2. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория / А. И. Гришкевич.— Минск: Высшая школа, 1986.— 208 с.

Додаткова

1. Иларионов В. А. Эксплуатационные свойства автомобиля / Иларионов В. А. — М.: Машиностроение, 1966. — 280 с.
2. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність: навч. посібник / В. П. Сахно, Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай. — К.: КВІЦ, 2004. — 174 с.
3. Бортницкий П. Н. Тягово-скоростные качества автомобилей / П. Н. Бортницкий, В. И. Задорожный. — К.: Вища школа, 1978. — 176 с.
4. Heinz Heisler. Advanced Vehicle Technology / Heisler Heinz. — [Second Edition]. — Elsevier, 2002. — 654 p.
5. Dynamical Analysis of Vehicle Systems / edited by Werner Schiehlen.— New York: Springer Wien, 2007. — 304 p.

5.2 Методичні посібники і вказівки

1. Цокур В. Г. Курс лекций по дисциплине «Автомобили. Теория эксплуатационных свойств» в 2-х частях. Часть 1 / В. Г. Цокур, А. В. Химченко, С. Н. Крамарь. — Горловка: АДИ ДонНТУ, 2006. — 64 с.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автомобілі». Кінематика і динаміка еластичного колеса (для студентів напряму підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт») [Електронний ресурс] / укладачі В. Г. Цокур, А. В. Химченко, Д. Ю. Приходченко. — Електрон. дані. — Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2014. — 23 с
3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Експлуатаційні властивості транспортних засобів». (Для студентів напряму

підготовки 6.070101 «Транспортні технології») [Електронний ресурс] / укладачі В. Г. Цокур, А. В. Хімченко, Д. Ю. Приходченко. — Електрон. дані. — Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2014. — 33 с.

4. Задачі з гальмівної динаміки, керованості та стійкості автомобіля й методичні вказівки до їх вирішення (для студентів напряму підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт») [Електронний ресурс] / укладачі В. Г. Цокур, А. В. Хімченко. — Електрон. дані. — Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2014. — 44 с.
5. Методичні вказівки до виконання тягового розрахунку автомобіля з дисципліни «Автомобілі» (для студентів напряму підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт») [Електронний ресурс] / укладачі В. Г. Цокур, А. В. Хімченко. — Електрон. дані. — Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2012. — 33 с. реж.доступу: <http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/10995>

Програму склав к.т.н., доцент
кафедри «Автомобільний транспорт»

А. В. Хімченко