

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ,
ТРАНСПОРТУ ТА ПРИРОДНИЧИХ НАУК



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 133–«ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ
«ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

КРЕМЕНЧУК 2023

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобілів і тракторів» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 133—«Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Галузеве машинобудування» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач к. т. н., доц. С. М. Черненко

Рецензент к. т. н., доц. А. А. Черниш

Кафедра автомобілів і тракторів

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № 6 від 28 02 2023р.

Голова методичної ради  проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Теми та погодинний розклад лекцій і самостійної роботи	5
2 Перелік тем і питань з навчальної дисципліни для самостійного опрацювання.....	5
3 Питання для підготовки до модульного контролю	11
4 Критерії оцінювання знань студентів.....	13
Список літератури	16

ВСТУП

Основним завданням вивчення навчальної дисципліни є опанування студентами методів розрахунку експлуатаційних властивостей автомобіля, у тому числі із застосуванням комп'ютерної техніки, які б забезпечували заданий робочий процес як кожного агрегату окремо так і всієї системи загалом.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: експлуатаційні властивості автомобіля; взаємодію еластичного колеса з опорною поверхнею; сили, що діють на автомобіль під час руху; методику виконання тягового розрахунку автомобіля; характеристики джерела енергії;

уміти: провести тяговий розрахунок автомобіля і визначити його основні параметри, сили, що діють під час руху автомобіля, витрати палива, гальмівні характеристики.

Мета самостійної роботи – поглиблене вивчення взаємодії автомобіля з дорогою і повітрям, експлуатаційних властивостей автомобіля, формування у студентів навичок аналізу та розрахунку параметрів автомобіля, які визначають його експлуатаційні властивості.

Види самостійної роботи:

- самостійна робота згідно з наведеними темами з використанням літературних джерел;

- робота з ЕОМ згідно з методичними вказівками до практичних робіт.

Система забезпечення самостійної роботи

1. Навчальні підручники, згідно з напрямком [1] – [5].
2. Методичні вказівки, згідно з переліком.
3. Конспект лекцій викладача.
4. Інтернет-ресурси.

1 ТЕМИ ТА ПОГОДИННИЙ РОЗКЛАД ЛЕКЦІЙ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ пор.	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Кільк. год. (лекц.)	Кільк. год. СРС	Кільк. год. (лекц.)	Кільк. год. СРС
1	2	3	4	5	6
1	Експлуатаційні властивості автомобіля	2	10	1	12
2	Основи теорії кочення колеса	2	10	2	12
3	Характеристики джерела енергії	2	10	1	12
4	Тягово-швидкісні властивості автомобіля	4	10	2	14
5	Тяговий розрахунок автомобіля	3	8	1	12
6	Особливості тягового розрахунку автомобіля за наявності гідромеханічної передачі	3	8	1	12
7	Паливна економічність автомобіля	2	7	1	10
8	Гальмівні властивості автомобіля	2	7	1	10
	Усього:	20	70	10	94

2 ПЕРЕЛІК ТЕМ І ПИТАНЬ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Тема № 1 Експлуатаційні властивості автомобіля

- 1.1 Історія розвитку автомобіля.
- 1.2 Предмет теорії автомобіля.
- 1.3 Класифікація автотранспортних засобів (АТЗ).
- 1.4 Умови експлуатації АТЗ.
- 1.5 Експлуатаційні властивості та критерії якості АТЗ.

Питання для самоперевірки

1. Кого вважають засновником теорії автомобіля?
2. Що є предметом теорії автомобіля?
3. Які вчені зробили внесок у створення теорії автомобіля?
4. Визначити класифікацію АТЗ за функціональними властивостями.
5. Що таке транспортні, дорожні, природно-кліматичні, соціально-економічні та екологічні умови експлуатації?
6. Чим визначаються фізико-механічні характеристики дороги?
7. Що таке коефіцієнт зчеплення?
8. Хто вперше сформував експлуатаційні властивості автомобіля?
9. Назвіть основні експлуатаційні властивості.
10. Що забезпечують тягово-швидкісні властивості, паливна економічність, керованість, стійкість, гальмівні властивості, прохідність та плавність руху?

Література: [2, с. 6–17], [3, с. 8–21], [4, с. 7–9].

Тема № 2 Основи теорії кочення колеса

- 2.1 Радіуси еластичного колеса.
- 2.2 Моменти опору коченню під час прямолінійного руху.
- 2.3 Рівняння руху колеса у веденому, ведучому та гальмівному режимах.

Питання для самоперевірки

1. Що таке вільний, статичний, динамічний та радіус кочення колеса?
2. Як визначають радіуси колеса?
3. Чим зумовлені гістерезисні явища у шини?
4. Що враховує коефіцієнт опору коченню?
5. Як на величину коефіцієнта опору коченню впливають поверхня, тип шини та швидкість руху?
6. На якій поверхні коефіцієнт опору коченню мінімальний та для яких шин?
7. Що таке колова (рушійна) та тягова сили? Яка з цих сил є більша?

Література: [2, с. 17–26], [3, с. 44–88],[4, с. 12–40], [5].

Тема 3 Характеристика джерела енергії

3.1 Зовнішня характеристика двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ).

3.2 Формули для розрахунку потужності, крутного моменту, питомих витрат палива залежно від частоти обертання двигуна.

3.3 Коефіцієнти двигуна a , b , c .

Питання для самоперевірки

1. Чим характеризується енергоємність, динамічність та економічність ДВЗ?

2. Що таке зовнішня швидкісна характеристика двигуна?

3. Як визначають коефіцієнти пристосованості двигуна за крутним моментом і частотою обертання?

4. Як одержують коефіцієнти a , b , c ?

5. Як потужність дизеля залежить від частоти обертання ?

Література: [2, с. 26–31], [3, с. 23–39], [4, с. 15–21].

Тема 4 Тягово-швидкісні властивості автомобіля

4.1 Схема сил, що діють на автомобіль під час прямолінійного руху на підйом.

4.2 Колова (рушійна) сила на ведучих колесах.

4.3 Сили опору руху (коченню, повітрю, підйому, розгону).

4.4 Нормальні реакції опорної поверхні.

4.5 Рівняння тягового балансу автомобіля.

4.6 Коефіцієнт урахування обертових мас.

4.7. Рівняння балансу потужностей автомобіля.

4.8 Графіки тягового балансу та балансу потужностей.

4.9 Динамічний фактор автомобіля, його фізичний зміст.

4.10 Динамічна характеристика автомобіля.

4.11 Динамічний паспорт автомобіля та його побудова.

4.12 Прискорення під час розгону автомобіля.

4.13 Час розгону автомобіля.

4.14 Шлях розгону автомобіля

4.15 Графіки часу та шляху розгону автомобіля.

Питання для самоперевірки

1. Як визначити силу опору коченню автомобіля?
2. Які чинники впливають на величину коефіцієнта опору коченню?
3. Перерахуйте складові аеродинамічного опору.
4. Від яких чинників залежать коефіцієнти опору повітря та лобового опору?
5. Як визначити сили опору повітря та опору підйому?
6. Що таке нахил дороги та як його визначають?
7. Які сили інерції діють на автомобіль під час розгону?
8. Чим обумовлена колова (рушійна) сила на ведучих колесах?
9. Як визначити колову (рушійну) силу під час розгону автомобіля?
10. Що таке коефіцієнт перерозподілу нормальних реакцій?
11. Які складові входять до рівняння тягового балансу автомобіля?
12. Як визначити сили опору розгону?
13. Що визначає коефіцієнт обертових мас?
14. Як розраховують коефіцієнт обертових мас?
15. Чому сила опору коченню не починається від початку координат?
16. Як розраховують швидкість руху автомобіля? Що таке динамічний фактор автомобіля?
17. У чому полягає фізичний зміст динамічного фактору?
18. Чим відрізняється динамічна характеристика автомобіля від динамічного паспорта?
19. Що дозволяє визначити динамічний паспорт автомобіля?
20. Як визначають прискорення автомобіля?
21. Чому дорівнює час перемикання передач?

22. Як визначити зменшення швидкості руху автомобіля під час перемикання передач?

23. Чому графіки часу та шляху розгону не починаються з нульової відмітки швидкості руху?

Література: [2, с. 31–51], [3, с. 93–118], [4, с. 53–115].

Тема 5 Тяговий розрахунок автомобіля

5.1 Прийняті допущення та вихідні дані для розрахунків.

5.2 Визначення повної маси автомобіля та вибір шин.

5.3 Визначення потужності двигуна.

5.4 Побудова зовнішньої характеристики двигуна.

5.5 Визначення передавальних чисел трансмісії.

5.6 Тяговий баланс і баланс потужностей автомобіля, їхні графіки.

5.7 Динамічний фактор, динамічна характеристика та паспорт автомобіля.

5.8. Час і шлях розгону автомобіля.

Питання для самоперевірки

1. Які допущення беруть для розрахунків?
2. Які вихідні дані необхідні для розрахунків?
3. Які конструктивні параметри автомобіля визначають тяговим розрахунком?
4. Як вибирають шини для автомобіля?
5. Які умови висувають до розрахунку потужності двигуна?
6. Для чого потрібний запас потужності двигуна?
7. Як задається кутова швидкість колінчастого вала двигуна?
8. За якої умови визначається передавальне число головної передачі?
9. За яких умов визначаються передавальні числа коробки передач?
10. Як визначають коефіцієнт опору повітря?
11. Як визначають ККД трансмісії?
12. Як визначити масштаб шкали динамічного фактору порожнього автомобіля на динамічному паспорті?

Література: [2, с. 51–66], [3, с. 152–181], [4, с. 53–115].

Тема 6 Паливна економічність автомобіля

6.1 Паливна економічність двигуна.

6.2 Паливно-економічна характеристика автомобіля.

6.3 Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. (Наказ № 43 від 10.02.98).

6.4 Вплив конструктивних чинників, технічного стану та водіння на паливну економічність.

6.5 Вплив альтернативних видів палива на паливну економічність.

Питання для самоперевірки

1. Як визначають паливну економічність двигуна, автомобіля?

2. Як експериментально визначають паливну економічність?

3. Що таке паливна економічність рівномірного руху?

4. Як впливає дизелізація на паливну економічність?

5. Як досягається мінімальний аеродинамічний опір?

6. Як визначити технічний стан кривошипно-шатунного механізму безпосередньо на автомобілі?

7. Як впливає тиск повітря в шинах на паливну економічність?

8. Проаналізувати вплив альтернативних видів палива на паливну економічність.

Література: [2, с. 74–82], [3, с. 282–352], [4, с. 168–199].

Тема 7 Гальмівні властивості автомобіля

7.1 Характеристика гальмівних систем автомобіля.

7.2 Гальмівна діаграма автомобіля.

7.3 Уповільнення автомобіля під час гальмування.

7.4 Стійкість автомобіля під час гальмування.

7.5 Перерозподіл нормальних реакцій під час гальмування.

7.6 Час гальмування, шлях ефективного гальмування.

7.7 Гальмівний шлях, шлях зупинки.

7.8 Регулятори гальмівних сил.

Питання для самоперевірки

1. Які гальмівні системи застосовують на автомобілях?
2. Яким правилам повинні задовольняти гальмівні системи?
3. Надати визначення гальмівної діаграми автомобіля.
4. Що таке час спрацювання гальмівної системи?
5. Від чого залежить максимальне уповільнення на горизонтальній дорозі?
6. У якому випадку автомобіль стає нестійким на дорозі під час гальмування?
7. Чим забезпечується стійкість автомобіля під час гальмування?
8. Що забезпечують регулятори гальмівних сил без зворотного зв'язку?
9. Що таке протиблокувальні системи (ПБС) ?

Література: [2, с. 82–93], [3, с. 185–277], [4, с. 133–167].

3 ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Змістовий модуль 1

1. Предмет теорії автомобіля.
2. Класифікація автотранспортних засобів.
3. Умови експлуатації АТЗ.
4. Експлуатаційні властивості та критерії якості АТЗ.
5. Радіуси еластичного колеса.
6. Момент опору кочення колеса у веденому режимі.
7. Рівняння руху колеса по недеформованій поверхні у веденому режимі.
8. Рівняння руху колеса по недеформованій поверхні в гальмівному режимі.

9. Рівняння руху колеса по недеформованій поверхні у ведучому режимі.
10. Зовнішня швидкісна характеристика двигуна.
11. Сили, що діють на автомобіль під час прямолінійного руху на підйом.
12. Сили опору руху.
13. Рухома сила автомобіля.
14. Нормальні реакції опорної поверхні.
15. Рівняння тягового балансу автомобіля
16. Рівняння балансу потужностей автомобіля
17. Динамічний фактор автомобіля, його фізичний зміст.
18. Динамічна характеристика та динамічний паспорт автомобіля.
19. Прискорення під час розгону автомобіля
20. Час розгону автомобіля.
21. Шлях розгону автомобіля.
22. Графіки часу і шляху розгону.

Змістовий модуль 2

1. Тяговий розрахунок автомобіля. Вихідні дані, прийняті припущення.
2. Визначення повної маси автомобіля та вибір шин.
3. Визначення потужності двигуна.
4. Побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна.
5. Визначення передавальних чисел трансмісії.
6. Тяговий баланс та баланс потужностей, їхні графіки.
7. Динамічна характеристика, динамічний паспорт, динамічний фактор автомобіля.
8. Характеристика гальмівних систем автомобіля.
9. Гальмівна діаграма автомобіля.
10. Уповільнення автомобіля під час гальмування.
11. Стійкість автомобіля під час гальмування.

12. Шлях гальмування, гальмівний шлях, шлях зупинки автомобіля.
13. Регулятори гальмівних сил.
14. Визначення паливної економічності автомобіля.
15. Рівняння шляхових витрат палива автомобіля.
16. Вплив конструктивних чинників, технічного стану і водіння на паливну економічність автомобіля.

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ

Оцінюванні результатів навчання проводиться відповідно до Положення про проведення поточного та семестрового контролю (зі змінами) (<http://at.kdu.edu.ua/Files/Docs/PPPSK.pdf>, http://at.kdu.edu.ua/Files/Docs/PPPSK_N_Z.pdf) в Кременчуцькому національному університеті імені Михайла Остроградського. Згідно з ним використовується 100-бальна шкала оцінювання. Розподіл балів за видами діяльності проводиться у такий спосіб:

Денна форма навчання

Відвідування, активність на заняттях, оформлення конспекту лекцій, звіту з практичних робіт		Поточний контроль знань			Сума
лекції	практичні роботи	контрольні роботи		захист практичних робіт	
		змістовий модуль 1	змістовий модуль 2		
10	20	20	20	30	100

Заочна форма навчання

Відвідування лекцій, активність на заняттях, оформлення конспекту лекцій		Практичні роботи, контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2		
20	20	60	100

Відповідно до положення про проведення поточного та семестрового контролю викладач здійснює перевірку та оцінювання:

- систематичності та активності роботи студента на аудиторних заняттях;
- відвідування студентом аудиторних занять, консультацій;

– розуміння та засвоєння матеріалу, набутих навичок і вмінь самостійно опрацьовувати матеріал, працювати з літературою, а також умінь усно чи письмово подавати матеріал у вигляді презентацій, відповідей на запитання тощо. Розрахунок здобутків студента за 100-бальною шкалою проводять за нижченаведеними математичними залежностями.

Відвідування і робота студента на практичних заняттях оцінюється за формулою:

$$B_{nз} = \left[\frac{0,3K_{факт}^{nз} + 0,3K_{акт}^{nз}}{0,5\Gamma_{ин}^{nз}} + \frac{0,4O_{оф}^{nз}}{5} \right] \cdot B_{\Sigma 2},$$

де $K_{факт}^{nз}$ – кількість фактично відвіданих практичних занять; $K_{акт}^{nз}$ – кількість занять, на яких студент проявляв доцільну активність; $O_{оф}^{nз}$ – оцінка за 4-бальною (національною) шкалою, яку студент отримує за оформлення звіту з практичної роботи); $\Gamma_{ин}^{nз}$ - кількість годин практичних занять у семестрі; $B_{\Sigma 2}$ – максимальна кількість балів, яку студент може отримати за накопичувальною системою за цією формою оцінювання роботи (для денної форми $B_{\Sigma 2} = 30$ відповідно до силабусу).

Приклад. Студент відвідав за навчальний семестр 10 занять із 14 (28 годин), відповідно до розкладу. Із них проявляв доцільну активність на 8 заняттях. Оформив звіт із практичних робіт, який викладач оцінює на 4 бали з 5. Отже, за відвідування та активність на заняттях, оформлення звіту з практичних робіт він отримає

$$B_{nз} = \left[\frac{0,3 \cdot 10 + 0,3 \cdot 8}{0,5 \cdot 28} + \frac{0,4 \cdot 4}{5} \right] \cdot 30 = 21 \text{ бал.}$$

Контроль знань студента проводиться його оцінюванням на практичних заняттях і під час модульного контролю. Загальний бал розраховується за формулою:

$$B_{\text{контр}} = \left[0,5 \frac{\sum_{i=1}^{N_{np}} O_i^{np}}{5N_{np}} + 0,5 \frac{\sum_{i=1}^{N_{mk}} O_i^{mk}}{5N_{mk}} \right] B_{\Sigma 3},$$

де O_i^{np} – захисту i -ої практичної роботи; N_{np} – кількість практичних робіт за робочою навчальною програмою; O_i^{mk} – оцінка за змістовий модуль (оцінка за i -й етап поточного (модульного) контролю); N_{mk} – кількість змістових модулів за робочою навчальною програмою (кількість етапів поточного (модульного) контролю); $B_{\Sigma 3}$ – максимальна кількість балів, яку студент може отримати за накопичувальною системою за цією формою оцінки роботи (для денної форми $B_{\Sigma 3} = 60$ відповідно до силабусу).

Оцінки O_i^{np} та O_i^{mk} виставляються за 4-бальною (національною) шкалою, яка враховує рівень знань студента за відповідними видами контролю.

Оцінка 5 (відмінно) виставляється студенту, який виявляє особливі творчі здібності, уміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, уміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно виявляє власні обдарування і нахили.

Оцінку 4 (добре) отримує студент, який уміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; загалом самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок.

Оцінка 3 (задовільно) виставляється студенту, який відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; за допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.

Оцінку 2 (незадовільно) отримує студент, якщо він володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

Приклад. Здобувач виконав у семестрі 7 практичних робіт і отримав на захисті оцінки відповідно 4, 4, 3, 3, 4, 4, 3. Лабораторні роботи за планом

навчальної дисципліни відсутні. За контрольні роботи отримав оцінки 4 та 5 за змістовий модуль 1 та 2 відповідно. У підсумку він отримує

$$B_{\text{контр}} = \left[0,5 \cdot \frac{4+4+3+3+4+4+3}{5 \cdot 7} + 0,5 \cdot \frac{4+5}{5 \cdot 2} \right] \cdot 60 = 48 \text{ балів.}$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кошарний М. Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля. Київ: Вища школа, 1992. 200 с.
2. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля. Навчальний посібник. Київ: Арістей, 2010. 184 с.
3. Сахно В. П., Костенко А. В., Загороднов М. І. та ін. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 ч. Ч. 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів. Навчальний посібник. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014. 444 с.
4. Волков В. П., Вільський Г. Б. Теорія руху автомобіля: підручник. Суми: Університетська книга, 2010. 320 с.
5. Солтус А. П. Черненко С. М., Клімов Е. С., Черниш А. А., Маслов О. Г. Особливості роботи еластичного колеса як складного механізму. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. Житомир, 2018. № 2(82). С. 152–158.

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобілів і тракторів» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 133—«Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Галузеве машинобудування» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач к. т. н., доц. С. М. Черненко.

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

Підп. до др. _____ . Формат 60×84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.
Ум. друк. арк. _____. Наклад _____ прим. Зам. № _____. Безкоштовно.

Редакційно-видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600