

## МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

*Чотири напрями по 12 годин, 21 тема, разом 48 годин*

**Дисципліна:** Фізика (ОК7)

**Галузь знань:** J — Транспорт та послуги

**Спеціальність:** J8 — Автомобільний транспорт

**Освітньо-професійна програма:** «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів»

**Освітньо-професійний ступінь:** фаховий молодший бакалавр

### ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Самостійна робота становить 40 % обсягу дисципліни — 48 годин із 120. Це не додаток до лекцій: частину тем (зокрема системи охолодження й мащення, властивості мастил і охолоджувальних рідин, ємнісні датчики, електромагнітні виконавчі механізми) розширено саме на самостійне опрацювання, і матеріал цих тем входить до модульних контролів та залікових завдань нарівні з лекційним.

Робота організована за двома вимірами одночасно. По-перше, за чотирма напрямками, кожен по 12 годин, — вони визначають форму звітності й оцінювання. По-друге, за 21 темою, прив'язаною до конкретних лекцій, — вони визначають зміст. Кожну тему закріплено за одним напрямом, і години теми зараховуються саме до нього; сума годин за кожним напрямом дорівнює 12.

*Здобувачі самостійно обирають конкретні завдання й теми в межах кожного напрямку відповідно до власних професійних інтересів та рівня психологічного комфорту.*

**Розподіл за напрямками й балами:**

| Напрямок самостійної роботи                                                          | Годин | Балів      | Форма звітності                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-------------------------------------------------------------|
| 1. Опрацювання теоретичного матеріалу та робота з довідковими джерелами              | 12    | у складі 6 | Опорний конспект, схема або порівняльна таблиця             |
| 2. Розв'язування розрахункових задач професійного спрямування                        | 12    | у складі 6 | Письмове розв'язання індивідуального варіанта               |
| 3. Підготовка навчальних проєктів і повідомлень «Фізика в автомобільному транспорті» | 12    | у складі 4 | Реферат 5–8 сторінок або презентація 12–15 слайдів; коротке |

|                                                                    |           |            |                                                   |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------|
|                                                                    |           |            | повідомлення 2–3 сторінки                         |
| 4. Аналіз виробничих ситуацій та підготовка до контрольних заходів | 12        | у складі 4 | Письмовий аналіз ситуації, тренувальне тестування |
| <b>РАЗОМ</b>                                                       | <b>48</b> | <b>10</b>  |                                                   |

Напрями 1 і 2 охоплюють теми модулів I–II ( $14 + 10 = 24$  год) і оцінюються разом у 6 балів у першій половині семестру. Напрями 3 і 4 охоплюють теми модулів III–V ( $14 + 5 + 5 = 24$  год) і оцінюються разом у 4 бали в другій половині. Розподіл балів відповідає робочій програмі (п. 10.2.2).

#### **Розподіл тем самостійної роботи:**

| №      | Тема                                                                                       | Лекція | Напря́м | Год |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|-----|
| CP 1.1 | Роль фізики у розвитку автомобільного транспорту                                           | 1      | 1       | 2   |
| CP 1.2 | Передаючі числа трансмісії та зв'язок частоти обертання колеса зі швидкістю руху           | 2      | 2       | 3   |
| CP 1.3 | Коефіцієнт зчеплення за різних дорожніх умов; фізика роботи АБС                            | 3      | 2       | 3   |
| CP 1.4 | Кінетична енергія автомобіля та фізика пасивної безпеки (зони деформації, реміні, подушки) | 4      | 2       | 3   |
| CP 1.5 | Розподіл ваги по осях, перерозподіл під час гальмування, стійкість проти перекидання       | 5      | 2       | 1   |
| CP 1.6 | Аеродинамічний опір і його вплив на витрату палива; гідравлічний привод гальм              | 6      | 1       | 2   |
| CP 2.1 | Тиск у шинах і його залежність від температури; вплив на витрату палива та безпеку         | 7      | 2       | 2   |
| CP 2.2 | Види палива та їх теплота згорання; октанове й цетанове числа з погляду фізики горіння     | 8      | 1       | 2   |
| CP 2.3 | Порівняння бензинового та дизельного двигунів з термодинамічного погляду; турбонаддув      | 9      | 1       | 2   |
| CP 2.4 | Система охолодження та мащення: фізичні функції й наслідки перегріву                       | 10     | 1       | 2   |
| CP 2.5 | В'язкість моторних мастил і класифікація SAE; властивості охолоджувальних рідин            | 11     | 1       | 2   |
| CP 3.1 | Ємнісні датчики та конденсатори в електронних системах автомобіля                          | 12     | 3       | 2   |
| CP 3.2 | Вибір перерізу проводів і запобіжників; типові несправності електропроводки                | 13     | 4       | 3   |
| CP 3.3 | Фізика свинцево-кислотного акумулятора; сучасні тягові батареї електромобілів              | 14     | 4       | 3   |
| CP 3.4 | Електромагнітні реле та виконавчі механізми (форсунки, соленоїди)                          | 15     | 3       | 2   |
| CP 3.5 | Індуктивні датчики положення колінчастого вала та швидкості обертання коліс                | 16     | 3       | 2   |

|        |                                                                                                 |    |   |           |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|-----------|
| СР 3.6 | Порівняння класичної, електронної та індивідуальної систем запалювання                          | 17 | 3 | 2         |
| СР 4.1 | Підвіска й амортизатори як коливальна система; шум і вібрація в кабіні                          | 18 | 4 | 3         |
| СР 4.2 | Типи автомобільних ламп, світлорозподіл фар і вимоги до регулювання                             | 19 | 3 | 2         |
| СР 5.1 | Спектральний аналіз мастил як метод діагностики зношування двигуна                              | 20 | 4 | 3         |
| СР 5.2 | Рентгенівська дефектоскопія відповідальних деталей; альтернативні джерела енергії на транспорті | 21 | 3 | 2         |
|        | <b>Разом за напрямками: 1 — 12 год; 2 — 12 год; 3 — 12 год; 4 — 12 год</b>                      |    |   | <b>48</b> |

### Як працювати з цією розробкою

Кожна тема містить методичні вказівки, конкретне завдання та питання для самоперевірки. Питання для самоперевірки — не формальність: якщо ви не можете відповісти на них своїми словами, тему не опрацьовано, скільки б часу на неї не витрачено. Саме на їх основі формуються завдання модульних контролів.

Конспект самостійної роботи ведеться в тому самому зошиті, що й лекційний, окремим розділом. Перевіряється разом із допуском до модульного контролю. Розрахункові завдання напряму 2 виконуються з вихідними даними реального автомобіля, двигуна чи агрегату, обраного здобувачем, з обов'язковим посиланням на джерело (технічна документація, каталог виробника, довідник). Це робить кожне розв'язання індивідуальним.

## ЧАСТИНА 1. ТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗА МОДУЛЯМИ

### МОДУЛЬ І. МЕХАНІКА ТА ОСНОВИ ГІДРОСТАТИКИ — 14 годин

#### СР 1.1. Роль фізики у розвитку автомобільного транспорту

**Напрямок:** Напрямок 1 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 1

**Методичні вказівки.** Опрацюйте матеріал про те, як фізичні відкриття змінювали автомобіль: від парового двигуна й циклу Отто до електронного впорскування, АБС, світлодіодних фар і тягових батарей. Зверніть увагу, що кожен технологічний стрибок спирався на конкретний фізичний закон або явище.

**Завдання.** Складіть у конспекті хронологічну схему: фізичне відкриття — технічний наслідок — сучасне застосування в автомобілі. Внесіть не менше шести позицій (наприклад, електромагнітна індукція — генератор — сучасний генератор із регулятором напруги).

#### Питання для самоперевірки:

- Який фізичний закон обмежує ККД будь-якого двигуна внутрішнього згоряння і чому його неможливо обійти вдосконаленням конструкції?
- Назвіть три системи сучасного автомобіля та фізичне явище, на якому працює кожна.

#### СР 1.2. Передаточні числа трансмісії та зв'язок частоти обертання колеса зі швидкістю руху

**Напрямок:** Напрямок 2 | **Обсяг:** 3 год | **Спирається на:** Лекція 2

**Методичні вказівки.** Повторіть зв'язок лінійної та кутової швидкості й поняття передаточного числа. Розберіться, чому загальне передаточне число трансмісії дорівнює добутку передаточних чисел коробки передач і головної передачі і як це пов'язує частоту обертання двигуна зі швидкістю автомобіля.

**Завдання.** За технічною документацією реального автомобіля (укажіть джерело) выпишіть передаточні числа всіх передач, головної передачі й розмір шин. Обчисліть радіус колеса за маркуванням шини та швидкість автомобіля на кожній передачі за частоти обертання двигуна 3000 об/хв. Побудуйте графік «передача — швидкість».

#### Питання для самоперевірки:

- Як зміниться показ спідометра, якщо встановити шини більшого зовнішнього діаметра? Чому?
- Чому на вищій передачі за тих самих обертів двигуна швидкість більша, а сила тяги менша?

#### СР 1.3. Коефіцієнт зчеплення за різних дорожніх умов; фізика роботи АБС

**Напрямок:** Напрямок 2 | **Обсяг:** 3 год | **Спирається на:** Лекція 3

**Методичні вказівки.** Розберіться в різниці між тертям спокою і тертям ковзання та в тому, чому заблоковане колесо гальмує гірше і не тримає бічної сили. Опрацюйте поняття проковзування колеса і принцип циклічного регулювання тиску в АБС.

**Завдання.** Складіть таблицю коефіцієнтів зчеплення для п'яти видів покриття. Для швидкості 60 км/год обчисліть гальмівний шлях для кожного покриття й побудуйте

стовпчикову діаграму. Опишіть цикл роботи АБС (утримання, скидання, підвищення тиску) з фізичним поясненням кожної фази.

**Питання для самоперевірки:**

- Чому на льоду гальмівний шлях зростає в кілька разів, хоча гальмівна система та сама?
- Чому АБС утримує колесо на межі проковзування, а не просто зменшує тиск у приводі?

**СР 1.4. Кінетична енергія автомобіля та фізика пасивної безпеки (зони деформації, реміні, подушки)**

**Напрямок:** Напрямок 2 | **Обсяг:** 3 год | **Спирається на:** Лекція 4

**Методичні вказівки.** Повторіть поняття імпульсу сили і кінетичної енергії. Головна ідея теми: зміну імпульсу під час удару змінити неможливо, але можна подовжити час і шлях, на якому вона відбувається, зменшивши середню силу.

**Завдання.** Для автомобіля масою 1500 кг і швидкостей 30, 50, 70 і 90 км/год обчисліть кінетичну енергію і середню силу удару за часу зупинки 0,05 с і 0,12 с. Складіть таблицю, побудуйте графік  $E_k(v)$  і поясніть, як кожен елемент пасивної безпеки впливає на час або шлях гальмування тіла людини.

**Питання для самоперевірки:**

- Чому зіткнення на 90 км/год приблизно втричі небезпечніше за зіткнення на 50 км/год, а не лише вдвічі?
- Навіщо обмежувач зусилля в реміні безпеки, якщо ремінь має тримати людину якомога міцніше?

**СР 1.5. Розподіл ваги по осях, перерозподіл під час гальмування, стійкість проти перекидання**

**Напрямок:** Напрямок 2 | **Обсяг:** 1 год | **Спирається на:** Лекція 5

**Методичні вказівки.** Повторіть правило моментів і умови рівноваги. Розберіться, як положення центра мас визначає навантаження на осі і чому під час гальмування навантаження «переїжджає» вперед.

**Завдання.** Для заданих бази, висоти центра мас і його відстані від передньої осі обчисліть статичне навантаження на осі та його перерозподіл під час гальмування зі сповільненням  $6 \text{ м/с}^2$ . Обчисліть критичну швидкість проходження повороту радіусом 50 м за перекиданням і за ковзанням ( $\phi = 0,7$ ) і зробіть висновок, що настане раніше.

**Питання для самоперевірки:**

- Чому передні гальмівні механізми роблять потужнішими за задні?
- Чому вантаж на даху погіршує стійкість автомобіля на повороті?

**СР 1.6. Аеродинамічний опір і його вплив на витрату палива; гідравлічний привод гальм**

**Напрямок:** Напрямок 1 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 6

**Методичні вказівки.** Опрацюйте формулу сили аеродинамічного опору і зверніть увагу на квадратичну залежність від швидкості та кубічну — потужності. Повторіть закон Паскаля і схему гідроприводу гальм.

**Завдання.** Складіть порівняльну таблицю коефіцієнтів  $s_x$  і площ лобового перерізу для п'яти типів транспортних засобів (легковий седан, позашляховик, мікроавтобус, вантажівка з обтічником і без). Складіть опорну схему гідроприводу гальм із поясненням, де і як виникає виграш у силі.

**Питання для самоперевірки:**

- Чому витрата палива на трасі на 130 км/год значно більша, ніж на 90 км/год?
- Чому повітря в гальмівній системі робить педаль «м'якою», а в гідроприводі зчеплення — неповне вимикання?

**МОДУЛЬ II. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА — 10 годин**

**СР 2.1. Тиск у шинах і його залежність від температури; вплив на витрату палива та безпеку**

**Напряг:** Напряг 2 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 7

**Методичні вказівки.** Повторіть рівняння стану ідеального газу й різницю між абсолютним і надлишковим тиском. Розберіться, як недостатній тиск у шині збільшує деформацію, опір коченню та нагрівання шини.

**Завдання.** Для тиску, рекомендованого виробником вашого (або обраного) автомобіля, обчисліть тиск у шині за температур  $-20, 0, +20$  і  $+60$  °С, якщо шину накачали за  $+20$  °С. Побудуйте графік і сформулюйте правила перевірки тиску взимку і влітку.

**Питання для самоперевірки:**

- Чому тиск у шинах треба перевіряти на холодних шинах?
- Як знижений тиск у шинах впливає на витрату палива, зношування шин і гальмування?

**СР 2.2. Види палива та їх теплота згоряння; октанове й цетанове числа з погляду фізики горіння**

**Напряг:** Напряг 1 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 8

**Методичні вказівки.** Опрацюйте поняття теплоти згоряння, октанового та цетанового чисел, детонації. Зверніть увагу, що бензин і дизпаливо мають протилежні вимоги до здатності самозайматися.

**Завдання.** Складіть зведену таблицю палив (бензини А-92, А-95, дизпаливо, пропан-бутан, метан): густина, теплота згоряння на кілограм і на літр, октанове чи цетанове число, температура самозаймання. Поясніть, чому для двигуна з вищим ступенем стиснення потрібен бензин з вищим октановим числом.

**Питання для самоперевірки:**

- Чому літр дизпалива містить більше енергії, ніж літр бензину, хоча на кілограм — трохи менше?
- Що відбувається в циліндрі під час детонації і чому вона руйнує поршні?

### **СР 2.3. Порівняння бензинового та дизельного двигунів з термодинамічного погляду; турбонаддув**

**Напрямок:** Напрямок 1 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 9

**Методичні вказівки.** Повторіть цикли Отто і Дизеля, залежність їх ККД від ступеня стиснення, поняття ефективного ККД. Розберіться, за рахунок чого турбонаддув підвищує потужність без збільшення робочого об'єму.

**Завдання.** Складіть порівняльну таблицю бензинового й дизельного двигунів: спосіб займання, ступінь стиснення, спосіб підведення теплоти в ідеальному циклі, термічний і ефективний ККД, питома витрата палива. Складіть опорну схему турбокомпресора з інтеркулером із зазначенням, яка енергія куди перетворюється.

#### **Питання для самоперевірки:**

- Чому дизель економніший за бензиновий двигун, хоча за однакового ступеня стиснення цикл Отто ефективніший?
- Навіщо охолоджувати повітря після турбокомпресора, якщо його щойно стиснули з витратою енергії?

### **СР 2.4. Система охолодження та мащення: фізичні функції й наслідки перегріву**

**Напрямок:** Напрямок 1 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 10

**Методичні вказівки.** Тему розширено на самостійне опрацювання. Розберіться у фізичних функціях радіатора, термостата, вентилятора, насоса і кришки розширювального бачка, а також у тому, що система мащення теж відводить теплоту.

**Завдання.** Складіть структурно-логічну схему системи охолодження із зазначенням фізичного явища, на якому працює кожен елемент (теплопровідність, конвекція, теплове розширення, залежність температури кипіння від тиску). Складіть таблицю «несправність — фізична причина перегріву — ознака».

#### **Питання для самоперевірки:**

- Чому двигун, що перегрівається в заторі, нормально працює на трасі?
- Чому не можна відкривати кришку розширювального бачка на гарячому двигуні?

### **СР 2.5. В'язкість моторних мастил і класифікація SAE; властивості охолоджувальних рідин**

**Напрямок:** Напрямок 1 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 11

**Методичні вказівки.** Тему розширено на самостійне опрацювання. Опрацюйте поняття в'язкості, її залежність від температури, класифікацію SAE та індекс в'язкості. Окремо розберіться у складі охолоджувальних рідин і залежності температури замерзання від концентрації.

**Завдання.** Опрацюйте класифікацію моторних мастил за SAE й складіть таблицю залежності в'язкості від температури з поясненням фізичного змісту індексу в'язкості. Складіть таблицю температури замерзання водно-гліколевої суміші для концентрацій 30, 40, 50 і 60 % і поясніть, чому концентрат замерзає за вищої температури, ніж суміш 60/40.

#### **Питання для самоперевірки:**

- Що означають обидва числа в позначенні 5W-40?
- Чому найбільше зношування двигуна припадає на холодний пуск?

## МОДУЛЬ III. ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ — 14 годин

### СР 3.1. Ємнісні датчики та конденсатори в електронних системах автомобіля

**Напряг:** Напряг 3 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 12

**Методичні вказівки.** Тему розширено на самостійне опрацювання. Повторіть поняття електроємності та формулу плоского конденсатора; розберіться, яку з величин (площу, відстань чи проникність) змінює вимірювана величина в кожному ємнісному датчику.

**Завдання.** Підготуйте коротке повідомлення (2–3 сторінки або 5–6 слайдів) про ємнісні датчики автомобіля: рівня палива, вологості, присутності пасажирів, дотику. Для кожного вкажіть, який параметр конденсатора змінюється. Окремо поясніть роль конденсаторів у фільтрах перешкод і в системах «старт-стоп».

#### Питання для самоперевірки:

- Чому ємнісний датчик рівня палива працює без рухомих частин?
- Навіщо розряджати конденсатори великої ємності перед ремонтом електронних блоків?

### СР 3.2. Вибір перерізу проводів і запобіжників; типові несправності електропроводки

**Напряг:** Напряг 4 | **Обсяг:** 3 год | **Спирається на:** Лекція 13

**Методичні вказівки.** Повторіть закон Ома, формулу опору провідника і закон Джоуля — Ленца. Розберіться, як перехідний опір окисленого контакту перетворюється на джерело теплоти і спаду напруги.

**Завдання.** Проаналізуйте виробничу ситуацію «Просідання світла фар» (Частина 2, напряг 4) або розв'яжіть задачу: для трьох споживачів (фари, обігрів скла, вентилятор) заданої потужності обчисліть струм, оберіть переріз проводу за допустимим спадом 3 % і номінал запобіжника. Складіть таблицю «несправність проводки — фізичне пояснення — спосіб виявлення».

#### Питання для самоперевірки:

- Чому перехідний опір не видно при вимірюванні омметром без навантаження?
- Чим небезпечна заміна запобіжника на потужніший?

### СР 3.3. Фізика свинцево-кислотного акумулятора; сучасні тягові батареї електромобілів

**Напряг:** Напряг 4 | **Обсяг:** 3 год | **Спирається на:** Лекція 14

**Методичні вказівки.** Повторіть закон Ома для повного кола, реакцію розряджання і заряджання, поняття ємності та внутрішнього опору. Порівняйте свинцево-кислотну та літій-іонну технології за напругою елемента, питомою енергією, поведінкою на морозі.

**Завдання.** Проаналізуйте виробничу ситуацію «Двигун не запускається взимку» (Частина 2, напряг 4) з розрахунком пускового струму за двох значень внутрішнього опору. Складіть порівняльну таблицю стартерної свинцево-кислотної та тягової літій-іонної батарей.

#### Питання для самоперевірки:

- Чому на морозі напруга батареї під навантаженням просідає сильніше?
- Чому тягові батареї електромобілів мають напругу 400–800 В, а не 12 В?

### **СР 3.4. Електромагнітні реле та виконавчі механізми (форсунки, соленоїди)**

**Напряг:** Напряг 3 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 15

**Методичні вказівки.** Повторіть магнітне поле котушки зі струмом, роль феромагнітного осердя, силу Ампера. Розберіться, як малий струм керує великим і як тривалість імпульсу керує кількістю палива.

**Завдання.** Підготуйте повідомлення (2–3 сторінки або 5–6 слайдів) «Електромагніт в автомобілі» з описом не менше п'яти виконавчих механізмів: реле, тягове реле стартера, електромагнітна форсунка, клапан адсорбера, соленоїд автоматичної коробки. Для кожного вкажіть струм керування і що саме переміщує електромагніт.

#### **Питання для самоперевірки:**

- Чому клацання тягового реле без обертання стартера рідко означає несправність обмотки реле?
- Як блок керування змінює кількість палива, що впорскує електромагнітна форсунка?

### **СР 3.5. Індуктивні датчики положення колінчастого вала та швидкості обертання коліс**

**Напряг:** Напряг 3 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 16

**Методичні вказівки.** Повторіть закон електромагнітної індукції і правило Ленца. Розберіться, чому сигнал пасивного індуктивного датчика залежить від швидкості і як блок керування визначає верхню мертву точку за пропуском зубів.

**Завдання.** Підготуйте повідомлення (2–3 сторінки або 5–6 слайдів) з порівнянням індуктивних датчиків і датчиків Холла за принципом дії, видом сигналу, поведінкою на малій швидкості та способами перевірки. Обчисліть частоту сигналу датчика колінчастого вала з диском «60–2» на холостому ході (800 об/хв) і за 6000 об/хв.

#### **Питання для самоперевірки:**

- Чому пасивний індуктивний датчик АБС ненадійний на дуже малій швидкості?
- Навіщо на задавальному диску датчика колінчастого вала пропущено два зуби?

### **СР 3.6. Порівняння класичної, електронної та індивідуальної систем запалювання**

**Напряг:** Напряг 3 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 17

**Методичні вказівки.** Повторіть явище самоіндукції, принцип трансформатора та два етапи роботи котушки запалювання. Розберіться, які фізичні обмеження мала контактна система і як їх усунуто в наступних поколіннях.

**Завдання.** Підготуйте повідомлення або презентацію (5–8 слайдів) з порівняльною таблицею трьох систем запалювання: чим переривається струм, як визначається момент іскри, де розподіляється висока напруга, які втрати енергії, типові несправності. Окремо — правила електробезпеки під час роботи із системою запалювання.

#### **Питання для самоперевірки:**

- Чому на високих обертах енергія іскри в контактній системі падала?
- Які переваги дає розміщення котушки безпосередньо на свічці?

## МОДУЛЬ IV. КОЛИВАННЯ, ХВИЛІ ТА ОПТИКА — 5 годин

### СР 4.1. Підвіска й амортизатори як коливальна система; шум і вібрація в кабіні

Напряг: Напряг 4 | Обсяг: 3 год | Спирається на: Лекція 18

**Методичні вказівки.** Повторіть формулу власної частоти коливань, поняття згасання і резонансу. Розберіться, чому дисбаланс колеса проявляється лише в певному діапазоні швидкостей.

**Завдання.** Проаналізуйте виробничу ситуацію «Вібрація керма на певній швидкості» (Частина 2, напряг 4): обчисліть частоту обертання колеса для швидкостей 60, 90 і 120 км/год і поясніть, чому вібрація відчувається лише в одному діапазоні. Складіть таблицю джерел шуму й вібрації в кабіні з фізичними способами їх зменшення.

#### Питання для самоперевірки:

- Чому зношений амортизатор погіршує гальмування на нерівній дорозі?
- Чому після балансування коліс вібрація на кермі зникає, хоча маса колеса майже не змінилася?

### СР 4.2. Типи автомобільних ламп, світлорозподіл фар і вимоги до регулювання

Напряг: Напряг 3 | Обсяг: 2 год | Спирається на: Лекція 19

**Методичні вказівки.** Повторіть закони відбивання й заломлення, світлотехнічні величини та закон освітленості. Зверніть увагу на різницю між світловим потоком лампи та освітленістю дороги.

**Завдання.** Підготуйте повідомлення або презентацію (5–8 слайдів) з порівнянням джерел світла (розжарювання, галогенні, ксенонові, світлодіодні) за світловою віддачею, строком служби, споживаною потужністю. Поясніть принцип формування світлотіньової межі ближнього світла і порядок регулювання фар.

#### Питання для самоперевірки:

- Чому встановлення світлодіодної лампи у фару, розраховану на галогенну, може погіршити освітлення дороги і осліпити зустрічних водіїв?
- У скільки разів зменшиться освітленість дороги, якщо відстань збільшити втричі?

## МОДУЛЬ V. АТОМНА ТА ЯДЕРНА ФІЗИКА — 5 годин

### СР 5.1. Спектральний аналіз мастил як метод діагностики зношування двигуна

Напряг: Напряг 4 | Обсяг: 3 год | Спирається на: Лекція 20

**Методичні вказівки.** Повторіть постулати Бора і природу лінійчастих спектрів. Розберіться, як за складом металів у відпрацьованому мастилі визначають, які деталі зношуються.

**Завдання.** Складіть таблицю «елемент у мастилі — ймовірне джерело — можлива несправність» (залізо, мідь, свинець, алюміній, хром, кремній, натрій, калій). Проаналізуйте ситуацію: за два аналізи з інтервалом 10 тис. км вміст заліза зріс утричі, кремнію — удвічі. Сформулюйте діагноз і план перевірок.

#### Питання для самоперевірки:

- Чому інформативна не одна проба мастила, а динаміка кількох проб?
- Про що свідчить поява натрію й калію в моторному мастилі?

## **СР 5.2. Рентгенівська дефектоскопія відповідальних деталей; альтернативні джерела енергії на транспорті**

**Напрямок:** Напрямок 3 | **Обсяг:** 2 год | **Спирається на:** Лекція 21

**Методичні вказівки.** Повторіть властивості рентгенівського випромінювання, принципи радіаційного захисту та фізику паливних елементів і електромобілів з лекції 21.

**Завдання.** Підготуйте реферат (5–8 сторінок) або презентацію (12–15 слайдів) на одну з тем: «Фізичні методи неруйнівного контролю деталей автомобіля» або «Електромобілі та паливні елементи: фізичні принципи транспорту майбутнього». Обов'язкова частина — порівняння ККД перетворення енергії для двигуна внутрішнього згорання, електромобіля й автомобіля на паливних елементах.

### **Питання для самоперевірки:**

- Чому паливний елемент не обмежений ККД циклу Карно?
- Який із трьох принципів радіаційного захисту найдієвіший і чому?

## **ЧАСТИНА 2. ЗАВДАННЯ ЗА НАПРЯМАМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

### **НАПРЯМ 1. ОПРАЦЮВАННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ ТА РОБОТА З ДОВІДКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ (12 годин)**

Блок спрямований на систематизацію теоретичного матеріалу та формування навички роботи з довідковою фізико-технічною інформацією. Форма звітності: опорний конспект, структурно-логічна схема або порівняльна таблиця. Крім завдань тем СР 1.1, 1.6, 2.2–2.5, виконати не менше двох завдань на вибір:

1. Скласти зведену таблицю властивостей палив (густина, теплота згоряння, температура спалаху, октанове/цетанове число) та проаналізувати, як ці величини впливають на роботу двигуна.
2. Укласти порівняльну таблицю коефіцієнтів зчеплення коліс із різними дорожніми покриттями та розрахувати відповідні гальмівні шляхи для однієї початкової швидкості.
3. Побудувати структурно-логічну схему «Перетворення енергії в автомобілі: від хімічної енергії палива до руху» із зазначенням втрат на кожному етапі.
4. Скласти опорну схему «Фізичні принципи автомобільних датчиків» (індуктивний, Холла, терморезистор, тензорезистор, кисневий, оптичний) із зазначенням покладеного в основу фізичного явища.
5. Опрацювати класифікацію моторних мастил за SAE й скласти таблицю залежності в'язкості від температури з поясненням фізичного змісту індексу в'язкості.
6. Укласти глосарій фізичних термінів професійного спрямування (не менше 40 понять) українською та англійською мовами з короткими визначеннями.

### **НАПРЯМ 2. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ЗАДАЧ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ (12 годин)**

Блок спрямований на формування навички доводити фізичну модель до числового результату. Форма звітності: письмове розв'язання із зазначенням джерела вихідних даних, формул, підстановки, одиниць та оцінки правдоподібності результату. Задачі тем СР 1.2–1.5 і 2.1 є обов'язковими; нижче наведено повний перелік типів розрахунків напряму:

1. Розрахунок динаміки руху: визначення сили тяги, сил опору руху, прискорення та часу розгону автомобіля до заданої швидкості.
2. Розрахунок гальмування: визначення сповільнення та гальмівного шляху за заданих коефіцієнта зчеплення й початкової швидкості; порівняння для різних дорожніх умов.
3. Енергетичний розрахунок: обчислення роботи, потужності та крутного моменту двигуна; визначення ККД трансмісії.
4. Розрахунок стійкості: визначення розподілу ваги по осях і критичної швидкості проходження повороту за заданих геометричних параметрів.
5. Термодинамічний розрахунок: визначення ступеня стиснення, параметрів робочої суміші за рівнянням стану, теплоти згоряння палива та ефективного ККД двигуна.
6. Розрахунок теплового балансу: визначення кількості теплоти, що відводиться системою охолодження, та потрібної витрати охолоджувальної рідини.
7. Розрахунок теплового розширення: визначення зміни розмірів деталей двигуна за робочої температури та обґрунтування монтажних зазорів.

8. Електротехнічні розрахунки: сила струму й спад напруги в бортовій мережі, потужність споживачів, час розряджання акумулятора, коефіцієнт трансформації котушки запалювання.

9. Розрахунки з коливань і світлотехніки: власна частота коливань підвіски; освітленість, створювана фарою на заданій відстані.

### **НАПРЯМ 3. ПІДГОТОВКА НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ І ПОВІДОМЛЕНЬ «ФІЗИКА В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ» (12 годин)**

Блок передбачає синтез фізичних знань і фахових уявлень зі спеціальності. Форма звітності: реферат обсягом 5–8 сторінок формату А4 або мультимедійна презентація (12–15 слайдів) із дотриманням принципів академічної доброчесності та правильним оформленням списку джерел. Короткі повідомлення за темами СР 3.1, 3.4–3.6 і 4.2 (2–3 сторінки або 5–8 слайдів) виконуються всіма; реферат або презентацію (тема СР 5.2) — за однією темою з переліку на вибір:

1. «Фізика гальмування: від коефіцієнта зчеплення до роботи ABS».
2. «Термодинаміка двигуна внутрішнього згоряння: цикли Отто й Дизеля».
3. «Куди дівається енергія палива: тепловий баланс і ККД автомобіля».
4. «Аеродинаміка автомобіля та її вплив на витрату палива».
5. «Фізика пасивної безпеки: зони деформації, реміні та подушки безпеки».
6. «Свинцево-кислотний акумулятор: електрохімія та експлуатаційні властивості».
7. «Від 12 вольт до іскри: фізика системи запалювання».
8. «Генератор і бортова мережа: електромагнітна індукція в дії».
9. «Напівпровідники в автомобілі: фізичні основи датчиків і електронних систем керування».
10. «Підвіска як коливальна система: жорсткість, демпфування та резонанс».
11. «Світло на дорозі: оптика фар і світлотехнічні вимоги».
12. «Фізичні методи діагностики: ультразвук, спектральний аналіз мастила, рентген-дефектоскопія».
13. «Електромобілі та паливні елементи: фізичні принципи транспорту майбутнього».

### **НАПРЯМ 4. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ СИТУАЦІЙ ТА ПІДГОТОВКА ДО КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ (12 годин)**

Практична підготовка до підсумкового контролю. Здобувач отримує змодельовану виробничу ситуацію, яку необхідно пояснити на основі фізичних законів і підкріпити кількісною оцінкою. Форма звітності: письмовий аналіз ситуації з посиланнями на відповідні фізичні закони, а також результати тренувального тестування в LMS. Проаналізувати дві ситуації на вибір (ситуації 2, 5 і 6 пов'язані з темами СР 3.3, 4.1 і 3.2).

#### **Ситуація 1 «Перегрів двигуна»**

Під час руху в заторі температура охолоджувальної рідини піднялася до критичної. Поясніть явище через тепловий баланс двигуна та механізми тепловіддачі, назвіть фізично обґрунтовані причини (термостат, вентилятор, забруднений радіатор, низький рівень

рідини) і наслідки перегріву. Оцініть, яку потужність має відводити система охолодження для двигуна заданої потужності.

#### **Ситуація 2 «Двигун не запускається взимку»**

За температури мінус 15 °С стартер обертає колінчастий вал повільно, напруга просідає. Поясніть явище через зростання внутрішнього опору акумулятора та в'язкості мастила, розрахуйте струм стартера за законом Ома для повного кола для двох значень внутрішнього опору й запропонуйте заходи.

#### **Ситуація 3 «Зросла витрата палива»**

Після встановлення багажника на дах і за зниженого тиску в шинах витрата палива відчутно зросла. Поясніть явище через аеродинамічний опір та опір коченню, оцініть внесок кожного чинника на швидкості 110 км/год і сформулюйте рекомендації.

#### **Ситуація 4 «Занос на повороті»**

Автомобіль зірвався в занос на мокрій дорозі на швидкості, безпечній у суху погоду. Поясніть явище через доцентрове прискорення й силу зчеплення, розрахуйте критичну швидкість повороту заданого радіуса для двох значень коефіцієнта зчеплення.

#### **Ситуація 5 «Вібрація керма на певній швидкості»**

Кермо починає вібрувати в діапазоні 90–100 км/год, а поза ним вібрація зникає. Поясніть явище через резонанс і дисбаланс колеса, оцініть частоту обертання колеса на цій швидкості й запропонуйте усунення.

#### **Ситуація 6 «Просідання світла фар»**

Під час роботи потужних споживачів світло фар тьмяніє, а на холостому ходу напруга бортової мережі нижча за норму. Поясніть явище через спад напруги, закон Джоуля — Ленца та роботу генератора й регулятора напруги; запропонуйте послідовність діагностики з вимірюванням спаду напруги на з'єднаннях під навантаженням.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

| <b>Рівень виконання</b>      | <b>Модулі I–II<br/>(напрями 1–2)</b> | <b>Модулі III–V<br/>(напрями 3–4)</b> | <b>Дескриптор</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Відмінно (90–100 %)          | 6                                    | 4                                     | Завдання виконано самостійно й у повному обсязі, розв'язання логічно оформлені, вихідні дані обґрунтовані посиланням на джерела, одиниці й розмірності коректні. Матеріал повідомлення структурований, наведено посилання на джерела. Під час захисту здобувач вільно пояснює кожен крок власної роботи. |
| Добре / задовільно (60–89 %) | 4–5                                  | 3                                     | Завдання виконано, проте наявні обчислювальні помилки або спрощене пояснення фізичного змісту. Оформлення джерел неповне. Робота здана з незначним порушенням строку.                                                                                                                                    |

|                              |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Незадовільно<br>(менше 60 %) | 0–3 | 0–2 | Завдання не виконано, виконано частково або містить грубі фізичні помилки (порушено розмірність, градуси Цельсія замість кельвінів, фізично недостовірний результат, якого здобувач не помічає). Виявлено академічний плагіат чи механічне копіювання чужих розв'язків без розуміння. |
|------------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **Про використання штучного інтелекту.**

Використання ШІ для того, щоб розібратися в темі, перевірити хід міркувань або знайти власну помилку, є допустимим і корисним. Неприпустимим є здавання згенерованого тексту як власної роботи. Критерій простий: якщо ви не можете усно пояснити кожен рядок своєї роботи й відповісти на уточнювальні запитання щодо вихідних даних, робота не зараховується незалежно від того, наскільки правильні в ній цифри.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ**

1. Працюйте регулярно, а не блоками. Три години на тиждень протягом семестру дають незрівнянно кращий результат, ніж сорок вісім годин наприкінці.
2. Конспектуйте своїми словами. Переписаний абзац із підручника не залишає в пам'яті нічого; переказаний власними словами — залишає.
3. Розв'язуйте задачі з олівцем, а не читайте готові розв'язки. Прочитаний розв'язок створює ілюзію розуміння, яка розсипається на модульному контролі.
4. Беріть дані з реального автомобіля — власного, знайомого чи того, на якому проходите практику. Задача про «свій» автомобіль запам'ятовується краще за абстрактну.
5. Відповідайте на питання самоперевірки вголос. Якщо відповідь не формулюється — тему не опрацьовано.
6. Користуйтеся консультаціями. Питання, яке не вирішується за пів години самостійно, часто знімається за три хвилини розмови.
7. Якщо обставини заважають дотриматися терміну, попередьте заздалегідь. Термін буде продовжено.