



МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

15 практичних занять, 30 годин аудиторного часу

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

Практичне заняття є основною формою формування розрахункових навичок здобувача. Лабораторних занять навчальним планом не передбачено, тому саме на практичних заняттях здобувач працює з реальними параметрами автомобільних вузлів і агрегатів. Кожне заняття триває дві академічні години й оцінюється максимально у 2 бали; сумарно за 15 занять здобувач може набрати 30 балів — 14 у першій половині семестру (7 занять за модулями I–II) та 16 у другій (8 занять за модулями III–V).

Заняття побудовані за єдиною логікою: спершу здобувач доводить розрахунок до числа, потім перевіряє розмірність і правдоподібність, і лише тоді формулює висновок про те, що результат означає для роботи автомобіля, його вузла чи для безпеки руху. Розрахунок без висновку не зараховується як повний.

Числові дані індивідуалізовано: для кожного заняття в робочому зошиті-практикумі наведено таблицю з 10 варіантами. Один варіант на групу гарантує списування незалежно від будь-яких політик. Відповіді до всіх варіантів наведено в методичних рекомендаціях викладача.

Розподіл занять за модулями:

Модуль	Назва	Занять	Годин
I	Механіка та основи гідростатики	4 (П1–П4)	8
II	Молекулярна фізика і термодинаміка	3 (П5–П7)	6
III	Електрика і магнетизм	4 (П8–П11)	8
IV	Коливання, хвилі та оптика	2 (П12–П13)	4
V	Атомна та ядерна фізика	2 (П14–П15)	4
	РАЗОМ	15	30

МОДУЛЬ I. МЕХАНІКА ТА ОСНОВИ ГІДРОСТАТИКИ

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Задачі з кінематики. Розгін і сповільнення автомобіля, графіки руху

Спирається на: Лекцію 2 | Обсяг: 2 год | Оцінка: макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити розв'язувати задачі на рівноприскорений рух, будувати та читати графіки $v(t)$, переходити від лінійної швидкості автомобіля до кутової швидкості колеса.

Методологічна: Сформувати звичку переводити км/год у м/с окремим рядком до початку розрахунку і перевіряти відповідь на правдоподібність.

Професійно-адаптивна: Показати на числах, чому гальмівний шлях зростає пропорційно квадрату швидкості і яку частку зупинного шляху становить час реакції водія.

Хід заняття

1. Актуалізація: викладач пропонує оцінити «на око», у скільки разів довше гальмує автомобіль на 90 км/год, ніж на 45 км/год. Збір версій, серед яких неодмінно буде «удвічі».
2. Розбір біля дошки: переведення одиниць, розрахунок прискорення і шляху розгону; побудова графіка $v(t)$ і пояснення, що шлях дорівнює площі під графіком.
3. Розбір задачі на гальмування: формула шляху без часу, окремо — шлях за час реакції; порівняння двох доданків.
4. Перехід до обертального руху: від швидкості автомобіля до частоти обертання колеса; обговорення, чому спідометр бреше після заміни шин.
5. Самостійне виконання за індивідуальними варіантами, взаємоперевірка в парах.
6. Підсумок: три найтипівші помилки заняття, записані в робочий зошит.

Завдання для здобувачів

- Автомобіль рушає з місця і рівноприскорено розганяється до швидкості v за час t розгону. Визначте прискорення та шлях розгону, побудуйте графік $v(t)$.
- З тієї самої швидкості v автомобіль гальмує до зупинки зі сталим сповільненням a гальм. Визначте час і шлях гальмування. Обчисліть повний зупинний шлях з урахуванням часу реакції водія.
- У скільки разів зросте гальмівний шлях, якщо початкову швидкість збільшити на 20 %? Відповідь отримайте без повторного розрахунку, з аналізу формули.
- Визначте кутову швидкість і частоту обертання колеса радіусом r на швидкості v (в об/хв).

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. Здобувач обґрунтовує числом, чому перевищення швидкості в населеному пункті на 20 % подовжує гальмівний шлях майже в півтора рази.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Розрахунок сили тяги, сил опору руху та гальмівного шляху

Спирається на: Лекцію 3 | Обсяг: 2 год | Оцінка: макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити обчислювати сили опору коченню, повітря та підйому, складати рівняння тягового балансу й обчислювати гальмівний шлях за коефіцієнтом зчеплення.

Методологічна: Сформувати звичку починати розв'язання з рисунка з розставленими силами, а не з пошуку формули.

Професійно-адаптивна: Показати, як стан дорожнього покриття обмежує можливості будь-якої гальмівної системи і чому опір повітря визначає витрату палива на трасі.

Хід заняття

1. Актуалізація: чи може найпотужніший двигун зрушити автомобіль на ідеально слизькому льоду? Обговорення ролі сили зчеплення як зовнішньої сили.
2. Розбір біля дошки: рисунок автомобіля на підйомі з усіма силами; обчислення кожної сили опору; порівняння опору коченню й опору повітря.
3. Складання рівняння тягового балансу для рівномірного руху; обчислення потрібної сили тяги і потужності на колесах.
4. Розрахунок гальмівного шляху на сухому та мокрому покритті; обговорення принципу роботи АБС.
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумкове обговорення: чому «безпечна швидкість» на мокрій дорозі — розрахункова, а не суб'єктивна величина.

Завдання для здобувачів

- Обчисліть силу опору коченню та силу опору повітря для автомобіля масою m , що рухається рівною дорогою зі швидкістю v (густина повітря $1,2 \text{ кг/м}^3$). Яка з сил більша?
- Автомобіль рухається з тією самою швидкістю на підйомі з ухилом i ($\sin \alpha \approx i/100$). Визначте силу опору підйому, потрібну силу тяги на ведучих колесах для рівномірного руху та потужність на колесах.
- Обчисліть гальмівний шлях зі швидкості v за граничного зчеплення на сухому ($\phi_{\text{сух.}}$) і мокрому ($\phi_{\text{мокр.}}$) покритті.
- Зробіть висновок: яку швидкість на мокрому покритті слід обрати, щоб гальмівний шлях дорівнював шляху на сухому покритті зі швидкістю v ?

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. *Здобувач обчислює швидкість, за якої гальмівний шлях на мокрому покритті дорівнює шляху на сухому, і формулює практичну рекомендацію водієві.*

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Розрахунок роботи, потужності та крутного моменту двигуна

Спирається на: Лекції 4–5 | **Обсяг:** 2 год | **Оцінка:** макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити обчислювати потужність за крутним моментом і частотою обертання, силу тяги на колесах через передаточні числа, кінетичну енергію та момент сили.

Методологічна: Закріпити розрізнення моменту сили ($H \cdot m$) і роботи (Дж) та правило перемноження ККД послідовних механізмів.

Професійно-адаптивна: Показати, як трансмісія перетворює момент двигуна на силу тяги і скільки теплоти мусять поглинути гальма під час однієї зупинки.

Хід заняття

1. Актуалізація: паспортна характеристика двигуна «150 к.с., 250 Н·м». Які з цих величин взаємозалежні і як саме?
2. Розбір біля дошки: переведення об/хв у рад/с, обчислення потужності; переведення кВт у к.с.
3. Розрахунок сили тяги на першій передачі: послідовне врахування передаточних чисел і ККД трансмісії; порівняння з силою зчеплення (чи не буде буксування).
4. Розрахунок кінетичної енергії і нагрівання гальмівних дисків; обговорення затяжних спусків і допоміжних гальм вантажівок.
5. Задача на динамометричний ключ: правило моментів, небезпека подовження ключа.
6. Самостійне виконання за варіантами.

Завдання для здобувачів

- Двигун розвиває крутний момент M за частоти обертання n . Обчисліть потужність у кіловатах і кінських силах.
- Визначте силу тяги на ведучих колесах на першій передачі з урахуванням передаточних чисел коробки й головної передачі, ККД трансмісії та радіуса колеса.
- Автомобіль масою m гальмує зі швидкості v до зупинки. Обчисліть кінетичну енергію, що перетворюється на теплоту в гальмах, і оцініть підвищення температури гальмівних дисків загальною масою m дисків ($c = 460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$), вважаючи, що вся теплота залишається в дисках.
- Різьбове з'єднання треба затягнути моментом M_z динамометричним ключем довжиною l . Яку силу слід прикласти до руків'я перпендикулярно до ключа?
Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. *Здобувач пояснює, чому на першій передачі сила тяги найбільша, і оцінює, до якої температури нагріваються диски після інтенсивного гальмування.*

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Розрахунок жорсткості пружного елемента підвіски. Задачі на тиск у гідросистемах

Спирається на: Лекцію 6 | **Обсяг:** 2 год | **Оцінка:** макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити застосовувати закон Гука до пружних елементів підвіски і різьбових з'єднань, закон Паскаля — до гідроприводу гальм.

Методологічна: Сформувати розуміння, що руйнується деталь не від сили, а від напруження, і що виграш у силі в гідроприводі оплачується переміщенням.

Професійно-адаптивна: Показати кількісно, як завантаження змінює положення кузова, і як розміри циліндрів визначають зусилля на гальмівних колодках.

Хід заняття

1. Актуалізація: чому завантажений автомобіль «присідає» і чому після заміни пружин на «спортивні» він стає жорсткішим на нерівностях?
2. Розбір біля дошки: жорсткість пружини за статичним прогином; додатковий прогин від вантажу.
3. Гідропривод гальм: схема «педаць — головний циліндр — колісний циліндр», тиск і сили; обговорення наслідків повітря в системі.
4. Напруження в болті, границя текучості, запас міцності; обговорення болтів, затягнутих у зону текучості.
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумок: зв'язок із дисциплінами «Технічна механіка» і «Технологія конструкційних матеріалів».

Завдання для здобувачів

- Під підресованою масою m підр., що припадає на колесо, пружина підвіски стискається на x ст. Визначте жорсткість пружини.
- На скільки додатково просяде підвіска, якщо на це колесо припаде додаткове навантаження Δm ?
- У гідроприводі гальм до поршня головного циліндра діаметром d гол. цил. прикладено силу F шток. Визначте тиск у системі та силу, з якою притискається поршень колісного циліндра діаметром d кол. цил.
- Болт класу міцності 8.8 (границя текучості 640 МПа) з площею перерізу S болта розтягується силою F болта. Обчисліть напруження, запас міцності щодо границі текучості й зробіть висновок.

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. *Здобувач обґрунтовує, чому болти, затягнуті за кутом у зону текучості, не використовують повторно, і пояснює, звідки береться виграти у силі в гідроприводі.*

МОДУЛЬ II. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

Газові закони. Розрахунок параметрів робочої суміші та ступеня стиснення

Спирається на: Лекцію 7 | Обсяг: 2 год | Оцінка: макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити застосовувати рівняння стану ідеального газу та газові закони до шин і циліндрів двигуна, обчислювати ступінь стиснення.

Методологічна: Сформувати чітке розрізнення абсолютного й надлишкового тиску та обов'язкове використання абсолютної температури.

Професійно-адаптивна: Показати, чому тиск у шинах перевіряють на холодних шинах і як турбонаддув з інтеркулером збільшує масу повітря в циліндрі.

Хід заняття

1. Актуалізація: манометр показує 2,2 бар. Який тиск підставляти в рівняння стану? Розбір типової помилки.

2. Розбір біля дошки: ізохорний процес у шині; перехід від надлишкового тиску до абсолютного і назад.

3. Ступінь стиснення: робочий об'єм, об'єм камери згоряння; як відрізнити бензиновий двигун від дизеля за ϵ .

4. Маса повітря в циліндрі за атмосферних умов і з наддувом; роль інтеркулера.

5. Самостійне виконання за варіантами.

6. Підсумок: чому двигун втрачає потужність у спеку і в горах.

Завдання для здобувачів

- Шину накачали до надлишкового тиску p шини за температури t_1 . Під час руху повітря в шині нагрілося до t_2 . Вважаючи об'єм шини сталим, визначте надлишковий тиск у нагрітій шині (атмосферний тиск 1 бар).
- Визначте ступінь стиснення двигуна за робочим об'ємом циліндра V_h і об'ємом камери згоряння V_c . Бензиновий це двигун чи дизель?
- Обчисліть масу повітря, що заповнює робочий об'єм циліндра за атмосферного тиску 1 бар і температури t впуску ($M = 0,029$ кг/моль).
- Двигун оснащено турбонаддувом: після інтеркулера повітря має абсолютний тиск p_k і температуру t_k . У скільки разів зростає маса повітря в циліндрі? Чому без інтеркулера виграш був би меншим?

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. Здобувач обчислює зміну тиску в шині з температурою і пояснює, чому «скидати» тиск після поїздки не можна.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

Рівняння теплового балансу. Розрахунок теплоти згоряння палива

Спирається на: Лекцію 8 | Обсяг: 2 год | Оцінка: макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити обчислювати кількість теплоти згорання палива, теплоту нагрівання рідин і деталей, складати рівняння теплового балансу.

Методологічна: Закріпити роботу з таблицями теплофізичних властивостей і переведення об'єму палива в масу.

Професійно-адаптивна: Показати, яку частку енергії палива «з'їдає» прогрівання холодного двигуна і чому взимку витрата палива зростає.

Хід заняття

1. Актуалізація: скільки енергії в повному баку бензину? Порівняння з енергією, що зберігається в акумуляторі.
2. Розбір біля дошки: переведення літрів у кілограми, обчислення теплоти згорання.
3. Теплота нагрівання охолоджувальної рідини та блока; складання рівняння теплового балансу.
4. Оцінка часу прогрівання за заданим тепловим потоком; обговорення прогрівання на холостому ході й під навантаженням.
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумок: зв'язок із дисципліною «Автомобільні двигуни» і вибором охолоджувальної рідини.

Завдання для здобувачів

- Обчисліть кількість теплоти, що виділяється під час повного згорання V палива бензину ($\rho = 0,74$ кг/л, $q = 44$ МДж/кг).
 - Скільки теплоти потрібно, щоб нагріти охолоджувальну рідину об'ємом V рідини ($\rho = 1,07$ кг/л, $c = 3500$ Дж/(кг·К)) від t_0 до робочої температури $t_{\text{роб.}}$?
 - Разом із рідиною прогрівається чавунний блок масою m блока ($c = 540$ Дж/(кг·К)). Складіть рівняння теплового балансу й оцініть час прогрівання двигуна, якщо в систему охолодження надходить тепловий потік P тепл.
 - Зробіть висновок: чому взимку двигун прогрівається довше і чому на холостому ході прогрівання значно повільніше, ніж під навантаженням?
- Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).*

Очікуваний результат. *Здобувач обґрунтовує числом, чому тривале прогрівання на холостому ході неефективне, і пояснює фізичний зміст теплоємності антифризу.*

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

Розрахунок індикаторного та ефективного ККД двигуна за витратою палива й потужністю

Спирається на: Лекції 9–10 | Обсяг: 2 год | Оцінка: макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити обчислювати питому ефективну витрату палива, ефективний, індикаторний і термічний ККД.

Методологічна: Сформувати розуміння різниці між ідеальним циклом і реальним двигуном, а також правила $\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$.

Професійно-адаптивна: Показати, куди дівається енергія палива в реальному двигуні і чому дизель економніший за бензиновий двигун.

Хід заняття

1. Актуалізація: чи може двигун мати ККД 60 %? Збір версій і посилання на другий закон термодинаміки.
2. Розбір біля дошки: від годинної витрати палива до питомої, від питомої — до ефективного ККД.
3. Термічний ККД циклів Отто і Дизеля за ступенем стиснення; порівняння з ефективним ККД.
4. Побудова діаграми теплового балансу двигуна: робота, газів, охолодження, тертя.
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумок: порівняння бензинового і дизельного двигунів за отриманими числами.

Завдання для здобувачів

- За результатами стендових випробувань двигун розвиває ефективну потужність N_e за годинної витрати палива G_p . Обчисліть питому ефективну витрату палива g_e в $г/(кВт \cdot год)$.
- Визначте ефективний ККД двигуна (q бензину 44 МДж/кг, q дизпалива 42,5 МДж/кг).
- За відомим механічним ККД η_m обчисліть індикаторний ККД. Яку частку роботи газів «з'їдають» тертя та привод допоміжних агрегатів?
- Обчисліть термічний ККД ідеалізованого циклу за ступенем стиснення ε (для бензинового двигуна — цикл Отто, для дизеля — цикл Дизеля зі ступенем попереднього розширення $\rho = 2$; $\gamma = 1,4$) і порівняйте з ефективним ККД. Назвіть основні причини розбіжності.

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. *Здобувач обчислює ефективний ККД за стендовими даними і пояснює причини його розбіжності з термічним ККД ідеального циклу.*

МОДУЛЬ III. ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8

Розрахунок кіл бортової мережі. Спад напруги в проводах і потужність споживачів

Спирається на: Лекції 12–13 | Обсяг: 2 год | Оцінка: макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити розраховувати струми споживачів, опір проводів, спад напруги, вибирати переріз проводу та номінал запобіжника.

Методологічна: Сформувати звичку перевіряти результат через закон збереження енергії: сума потужностей споживачів і втрат дорівнює потужності джерела.

Професійно-адаптивна: Показати, чому переріз проводу вибирають розрахунком і чому «жучок» замість запобіжника — пряма загроза пожежі.

Хід заняття

1. Актуалізація: чому всі споживачі в автомобілі ввімкнено паралельно? Що сталося б за послідовного ввімкнення?
2. Розбір біля дошки: струми споживачів за їх потужністю; сумарний струм від генератора.
3. Опір проводу й спад напруги; порівняння втрат у мережах 12 В і 24 В.
4. Вибір мінімального перерізу за допустимим спадом напруги та номіналу запобіжника; обговорення перехідного опору контактів.
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумок: демонстрація вимірювання спаду напруги на з'єднанні під навантаженням.

Завдання для здобувачів

- У бортовій мережі напругою U одночасно ввімкнено фари ($P_{\text{фар}}$), обігрів заднього скла ($P_{\text{обігр.}}$) та вентилятор радіатора ($P_{\text{вент.}}$). Визначте струм кожного споживача і сумарний струм. Як ввімкнено споживачі і чому?
- Вентилятор живиться мідним проводом перерізом S , загальна довжина лінії (до споживача і назад) l . Визначте опір проводу, спад напруги на ньому й відсоток утрат напруги.
- Визначте мінімальний переріз проводу, за якого спад напруги в колі вентилятора не перевищує 3 % напруги мережі. Оберіть стандартний переріз (0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0 мм²).
- Оберіть номінал запобіжника для кола вентилятора зі стандартного ряду (5; 7,5; 10; 15; 20; 25; 30; 40 А) так, щоб він був не меншим за 1,25 робочого струму. Поясніть, чому не можна ставити запобіжник більшого номіналу.

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. Здобувач обґрунтовує переріз проводу і номінал запобіжника для заданого споживача та пояснює, чому перехідний опір виявляють лише під навантаженням.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 9

Розрахунок ємності та часу розрядження акумулятора; закон Ома для повного кола в колі стартера

Спирається на: Лекцію 14 | Обсяг: 2 год | Оцінка: макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити застосовувати закон Ома для повного кола до кола стартера, обчислювати напругу на затискачах і час розрядження батареї.

Методологічна: Закріпити розрізнення ЕРС і напруги на затискачах та роль внутрішнього опору джерела.

Професійно-адаптивна: Показати, чому на морозі батарея «не крутить» і чому автомобіль, що довго стоїть із охоронною системою, не заводиться.

Хід заняття

1. Актуалізація: вольтметр показує 12,6 В, а стартер ледве крутить. Чи справна батарея? Збір версій.
2. Розбір біля дошки: закон Ома для повного кола, напруга на затискачах під навантаженням.
3. Вплив температури на внутрішній опір; повторний розрахунок для морозу.
4. Ємність батареї й час розрядження струмом витоку; обговорення реакції розрядження і замерзання електроліту.
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумок: правила безпеки під час заряджання (гази, іскри) та правильний порядок від'єднання клем.

Завдання для здобувачів

- Акумуляторна батарея має ЕРС E і внутрішній опір r . Опір кола стартера (стартер, проводи, контакти) R стартера. Визначте пусковий струм і напругу на затискачах батареї під час пуску.
- На морозі внутрішній опір батареї зріс удвічі. Повторіть розрахунок і поясніть, чому стартер крутить повільніше, а блок керування може «перезавантажитися».
- Батарея ємністю C залишилася на стоянці з увімкненою охоронною системою, що споживає струм витоку I витоку. Через скільки діб батарея розрядиться на 50 %?
- Користуючись реакцією розрядження свинцево-кислотного акумулятора, поясніть, чому розряджена батарея на морозі може замерзнути, а заряджена — ні.

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. *Здобувач пояснює, чому навантажувальна перевірка батареї інформативніша за вимірювання напруги без навантаження.*

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 10

Задачі на закон електромагнітної індукції та самоіндукцію. Розрахунок параметрів генератора

Спирається на: Лекції 15–16 | Обсяг: 2 год | Оцінка: макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити застосовувати закон електромагнітної індукції до індуктивних датчиків і генератора, обчислювати ЕРС самоіндукції та енергію поля котушки.

Методологічна: Сформувати розуміння правила Ленца як наслідку закону збереження енергії.

Професійно-адаптивна: Показати, як працюють датчики АБС і положення колінчастого вала і чому обмотки реле потребують захисних діодів.

Хід заняття

1. Актуалізація: демонстрація — магніт, що рухається в котушці, з'єднаний з гальванометром. Від чого залежить відхилення стрілки?
2. Розбір біля дошки: ЕРС індукції в котушці датчика; частота сигналу датчика АБС за швидкістю автомобіля.
3. Будова генератора: обмотка збудження, статор, діодний міст, регулятор напруги; якісний аналіз залежності ЕРС від частоти обертання.
4. ЕРС самоіндукції під час розмикання обмотки реле; енергія поля; роль захисного діода.
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумок: чому ввімкнення потужних споживачів навантажує двигун.

Завдання для здобувачів

- У котушці індуктивного датчика з N витків магнітний потік змінюється на $\Delta\Phi$ за час Δt під час проходження зуба задавального диска. Визначте ЕРС індукції.
- Датчик частоти обертання колеса АБС зчитує задавальний диск із z зубів. Визначте частоту сигналу датчика на швидкості v , якщо радіус колеса r . Чому на дуже малій швидкості сигнал пасивного датчика ненадійний?
- Обмотку реле з індуктивністю L реле, по якій тече струм I реле, розмикають за час t вимкн. Оцініть ЕРС самоіндукції та енергію магнітного поля обмотки.
- Зробіть висновок: чому обмотки реле шунтують діодами і що станеться з транзистором блока керування без такого захисту?

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. Здобувач обчислює сплеск напруги самоіндукції і пояснює, чому від'єднання батареї на працюючому двигуні небезпечне для електроніки.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 11

Розрахунок котушки запалювання: коефіцієнт трансформації та вторинна напруга

Спирається на: Лекцію 17 | **Обсяг:** 2 год | **Оцінка:** макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити обчислювати коефіцієнт трансформації, вторинну напругу, енергію котушки запалювання та частоту іскроутворення.

Методологічна: Закріпити розуміння того, що трансформатор перетворює напругу, але не створює енергію.

Професійно-адаптивна: Показати фізичні обмеження системи запалювання на високих обертах і переваги систем з індивідуальними котушками.

Хід заняття

1. Актуалізація: як із 12 В бортової мережі отримати 30 кВ на свічці? Збір версій.
2. Розбір біля дошки: два етапи роботи котушки — накопичення енергії та переривання струму.
3. Коефіцієнт трансформації, вторинна напруга; порівняння з потрібною напругою пробою в циліндрі.
4. Частота іскроутворення та інтервал між іскрами; зв'язок з часом накопичення енергії.
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумок: правила електробезпеки під час роботи з системою запалювання.

Завдання для здобувачів

- Котушка запалювання має N_1 витків первинної та N_2 витків вторинної обмотки. Визначте коефіцієнт трансформації.
 - У момент розривання первинного кола на первинній обмотці виникає ЕРС самоіндукції U_1 пік. Оцініть напругу на вторинній обмотці. Чи достатня вона для пробою іскрового проміжку в циліндрі (потрібно 10–20 кВ)?
 - Обчисліть енергію, накопичену в магнітному полі котушки з індуктивністю первинної обмотки L_1 за струму I_1 .
 - Скільки іскор за секунду має забезпечити система запалювання чотиритактного двигуна з указаною кількістю циліндрів за частоти обертання n ? Який інтервал між іскрами? Чому на високих обертах важко накопичити повну енергію в котушці?
- Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).*

Очікуваний результат. *Здобувач пояснює, чому на високих обертах енергія іскри в класичній системі падала і як це розв'язують сучасні системи.*

МОДУЛЬ IV. КОЛИВАННЯ, ХВИЛІ ТА ОПТИКА

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 12

Розрахунок власної частоти коливань підвіски; задачі на ультразвукові датчики

Спирається на: Лекцію 18 | **Обсяг:** 2 год | **Оцінка:** макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити обчислювати власну частоту коливань пружинного маятника, частоту збурення від дисбалансу колеса та відстань за ехолокацією.

Методологічна: Сформувати розуміння резонансу як збігу частот, а не як «сильної вібрації взагалі».

Професійно-адаптивна: Показати, чому кермо вібрає лише в певному діапазоні швидкостей і як працюють датчики паркування.

Хід заняття

1. Актуалізація: скаржник каже «на 100 км/год трясє кермо, а на 130 — ні». Про що це свідчить?

2. Розбір біля дошки: власна частота кузова на підвісці; вплив вантажу.

3. Частота обертання колеса і збіг із власною частотою неопідресореної маси; роль балансування та амортизаторів.

4. Ехолокація: розрахунок відстані за часом повернення ультразвукового імпульсу.

5. Самостійне виконання за варіантами.

6. Підсумок: зв'язок з діагностикою на вібростенді та балансувальному верстаті.

Завдання для здобувачів

- Визначте власну частоту вертикальних коливань кузова, якщо на колесо припадає підресорена маса m підр., а жорсткість пружного елемента k . Чи комфортна ця частота для людини?
- Як зміниться власна частота, якщо автомобіль завантажити й на колесо припаде додатково Δm ?
- Визначте частоту обертання колеса радіусом r на швидкості v . Дисбаланс колеса збурює коливання саме з цією частотою; порівняйте її з типовою власною частотою неопідресореної маси (10–15 Гц) і зробіть висновок про ризик резонансу.
- Ультразвуковий датчик паркування отримав відбитий сигнал через t ехо після випромінювання. Визначте відстань до перешкоди (швидкість звуку 340 м/с).

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. *Здобувач обґрунтовує числом, у якому діапазоні швидкостей проявиться дисбаланс колеса.*

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 13

Закони відбивання та заломлення. Розрахунок освітленості, створюваної фарою

Спирається на: Лекцію 19 | **Обсяг:** 2 год | **Оцінка:** макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити обчислювати освітленість від точкового джерела, граничний кут повного відбивання, споживану потужність джерел світла.

Методологічна: Закріпити обернено-квадратичну залежність освітленості від відстані.

Професійно-адаптивна: Показати, чому регулювання фар — розрахункова задача, як працює датчик дощу і чому перехід на світлодіоди зменшує навантаження на генератор.

Хід заняття

1. Актуалізація: чому зустрічні фари на мокрій дорозі осліплюють сильніше, ніж на сухій?
2. Розбір біля дошки: освітленість на різних відстанях і під кутом.
3. Граничний кут повного відбивання; принцип дії датчика дощу.
4. Порівняння галогенного та світлодіодного джерел за світловою віддачею і струмом.
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумок: вимоги до регулювання фар і наслідки встановлення непередбачених конструкцією ламп.

Завдання для здобувачів

- Фара має силу світла I фари в напрямку осі пучка. Обчисліть освітленість перпендикулярної до пучка поверхні на відстанях r_1 і r_2 . У скільки разів вона зменшилася?
- Обчисліть освітленість на відстані r_1 поверхні, на яку світло падає під кутом α до нормалі.
- Визначте граничний кут повного внутрішнього відбивання на межі скло — повітря ($n_{\text{скла}} = 1,5$). Поясніть, як це явище використано в датчику дощу.
- Для отримання світлового потоку Φ використовують галогенну лампу (світлова віддача $\eta_{\text{гал.}}$) або світлодіодний модуль (η_{LED}). Обчисліть споживану потужність і струм від мережі 12 В в обох випадках і зробіть висновок щодо навантаження на генератор.

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. Здобувач пояснює, чому неправильно відрегульована фара осліплює зустрічного водія, і підкріплює висновок розрахунком освітленості.

МОДУЛЬ V. АТОМНА ТА ЯДЕРНА ФІЗИКА

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 14

Задачі на енергетичні рівні атома та спектри. Фізичні основи лазерних вимірювальних приладів

Спирається на: Лекцію 20 | Обсяг: 2 год | Оцінка: макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити обчислювати частоту й довжину хвилі випромінювання за різницею енергетичних рівнів, енергію фотона, відстань за часом прольоту лазерного імпульсу.

Методологічна: Сформувати навичку роботи з електрон-вольтами та переведення їх у джоулі.

Професійно-адаптивна: Показати, як спектральний аналіз мастила діагностує зношування двигуна і як працюють лазерні далекоміри та лідари.

Хід заняття

1. Актуалізація: як за пробою мастила дізнатися, що зношуються вкладиші, не розбираючи двигун?
2. Розбір біля дошки: постулат Бора, обчислення довжини хвилі; ділянки спектра.
3. Енергія фотона лазера; видиме та невидиме лазерне випромінювання, правила безпеки.
4. Лазерна далекометрія: відстань за часом прольоту; порівняння з ультразвуковою ехолокацією.
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумок: інтерпретація результатів аналізу мастила — які метали що означають.

Завдання для здобувачів

- Під час переходу електрона між енергетичними рівнями атом випромінив фотон з енергією ΔE . Обчисліть частоту й довжину хвилі. До якої ділянки спектра вона належить?
- Обчисліть енергію фотона (в еВ) лазера з довжиною хвилі λ лазера. Видиме це випромінювання чи ні? Чому невидимий лазерний промінь особливо небезпечний для очей?
- Лазерний далекомір або лідар зафіксував повернення імпульсу через t прольоту. Визначте відстань до об'єкта.
- Спектральний аналіз відпрацьованого мастила показав підвищений вміст указанного металу. Які деталі двигуна або які несправності ймовірні?

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. Здобувач інтерпретує результат спектрального аналізу мастила і вказує ймовірне джерело зношування.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 15

Задачі на закон радіоактивного розпаду й дозиметрію. Підсумкове узагальнювальне заняття

Спирається на: Лекцію 21 | Обсяг: 2 год | Оцінка: макс. 2 бали

Мета заняття

Дидактична: Навчити застосовувати закон радіоактивного розпаду, обчислювати дози та обґрунтовувати заходи радіаційного захисту розрахунком.

Методологічна: Узагальнити курс: побудувати разом із групою схему зв'язків між модулями курсу та фаховими дисциплінами наступних семестрів.

Професійно-адаптивна: Показати, що захист відстанню найдієвіший, і пов'язати радіаційну безпеку з експлуатацією техніки.

Хід заняття

1. Актуалізація: що ефективніше — працювати вдвічі менше часу чи вдвічі далі від джерела? Збір версій.
2. Розбір біля дошки: закон радіоактивного розпаду, графік; обчислення дози.
3. Розрахунок відстані, на якій доза не перевищує допустимої; порівняння трьох принципів захисту.
4. Узагальнення курсу: схема «модуль — фахова дисципліна — задача на автомобілі».
5. Самостійне виконання за варіантами.
6. Підсумок: інструктаж щодо модульного контролю № 2 і диференційованого заліку.

Завдання для здобувачів

- Період напіврозпаду ізотопу $T_{1/2}$. Яка частка ядер залишиться через час t ? Побудуйте графік розпаду для інтервалу від 0 до t .
- Потужність еквівалентної дози на відстані r_0 від джерела становить H' . Обчисліть дозу, яку отримає працівник за t роботи на цій відстані.
- На якій відстані від джерела слід працювати, щоб за той самий час доза не перевищила H доп.? (Джерело вважати точковим.)
- Порівняйте ефективність двох заходів: скорочення часу роботи вдвічі та збільшення відстані вдвічі. Підсумкове завдання курсу: складіть схему «модуль курсу — фахова дисципліна — конкретна задача на автомобілі» для всіх п'яти модулів.

Вихідні дані — за індивідуальним варіантом (таблиця варіантів у робочому зошиті-практикумі).

Очікуваний результат. Здобувач обґрунтовує вибір заходу радіаційного захисту розрахунком і пов'язує кожен модуль курсу з конкретною фаховою дисципліною.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РОБОТИ НА ЗАНЯТТІ

Бали	Дескриптор
2 бали (високий рівень)	Здобувач самостійно розв'язує задачі заняття, правильно обирає фізичну модель і формули, коректно працює з одиницями СІ та розмірностями, перевіряє правдоподібність результату. Здатен пояснити фізичний зміст отриманої величини та пов'язати її з роботою конкретного вузла автомобіля.
1 бал (середній рівень)	Здобувач розв'язує задачі за зразком або з навідними запитаннями викладача. Допускає обчислювальні неточності чи помилки в переведенні одиниць. Фізичний зміст результату пояснює поверхово.
0 балів (низький рівень)	Здобувач не підготовлений до заняття, не володіє базовими формулами теми, відмовляється виконувати завдання без поважних причин.
Особлива умова	Trauma-informed підхід: відмова здобувача-ветерана від усної відповіді біля дошки не є підставою для зниження балу. Результат оцінюється за письмовим розв'язанням, поданим викладачеві індивідуально. Пропуск заняття з поважної причини компенсується індивідуальним завданням відповідної тематики.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Вихідні дані виписуються повністю, з одиницями вимірювання і з зазначенням джерела довідкових величин.
2. Переведення в СІ виконується окремим рядком до початку обчислень. Швидкість у км/год обов'язково переводиться в м/с, тиск у барах — у паскалі, температура в газових законах — у кельвіні.
3. Робоча формула записується в загальному вигляді з поясненням позначень, і лише потім у неї підставляються числа.
4. Одиниці вимірювання пишуться разом із числами під час підстановки, а не приписуються до відповіді наприкінці.
5. Розмірність результату перевіряється до того, як відповідь підкреслено.
6. Правдоподібність числа оцінюється явно: порядок величини має відповідати реальному автомобілю (гальмівний шлях — десятки метрів, пусковий струм — сотні амперів, ККД двигуна — менше 0,5).
7. Розв'язання завершується висновком про те, що отриманий результат означає для роботи вузла, агрегату чи безпеки руху.