



СИЛАБУС  
з дисципліни  
ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Семестр та рік навчання I семестр 2023-2024 навчального року  
Освітній рівень (перший або другий) перший - ДИСЦИПЛІНИ ВІЛЬНОГО ВИБОРУ  
Галузь знань 14 Електрична інженерія  
Шифр та назва спеціальності 144 Теплоенергетика

Лекції та практичні заняття відповідно до розкладу <http://kart.edu.ua/osvita/portal-rz>

Команда викладачів: Лектор:  
Василенко Олег Вадимович (к.т.н., доц.),  
Контакти: +38(067) 39-66-747, e-mail: [0673966747@ukr.net](mailto:0673966747@ukr.net), [vasylenko@kart.edu.ua](mailto:vasylenko@kart.edu.ua)

Асистенти лектора:  
Василенко Олег Вадимович (к.т.н., доц.),  
Контакти: +38 (057) 730-10-78, e-mail: [0673966747@ukr.net](mailto:0673966747@ukr.net), [vasylenko@kart.edu.ua](mailto:vasylenko@kart.edu.ua)  
Години прийому та консультації: понеділок та середа з 13.00-15.00  
Розміщення кафедри: Місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, ЛТТ44 аудиторія.

Веб сторінка курсу: <https://do.kart.edu.ua>  
Додаткові інформаційні матеріали: <https://do.kart.edu.ua>

2 ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

**Мета** викладання навчальної “Двигуни внутрішнього згоряння” є набуття знань з теорії робочих процесів сучасних транспортних та стаціонарних ДВЗ з газотурбінним наддувом, методів їх розрахунку на ПК, шляхи зниження витрат палива та шкідливих викидів з відпрацьованими газами. Завданням вивчення дисципліни “Двигуни внутрішнього згоряння” є придбання навичок, що дозволяють використовувати усі необхідні розрахунки щодо основних параметрів та показників робочих процесів ДВЗ, улаштування їх основних вузлів та деталей; зробити вибір ДВЗ для стаціонарних або пересувних електричних станцій, для силових установок локомотивів, дизель-потягів та ін.; використовувати знання з теорії та конструкції ДВЗ при експлуатації стаціонарних, тепловозних та автотракторних дизелів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** значення та місце ДВЗ в енергокомплексі світу. Принципи класифікації ДВЗ. Основи робочого процесу ДВЗ та методи енергетичного аналізу якості робочого процесу та ДВЗ в цілому. Улаштування основних вузлів та деталей кривошипно-шатунного, газорозподільного механізму, основа ДВЗ, систем живлення, охолодження, мащення, газотурбінного наддуву, системи автоматичного регулювання. Устрій ДВЗ нетрадиційних схем;

**вміти:** проводити розрахунки робочого процесу ДВЗ, та визначати основні індикаторні та ефективні показники. Використовувати методи випробування ДВЗ та вимірювання основних параметрів роботи в експлуатації.

## **Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів:**

**1. Інтегральна компетентність** (Здатність розв’язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов);

### **2. Загальнокультурну компетентність**

ЗК1 Здатність реалізувати свої права і обов’язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні

ЗК2 Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя

ЗК3 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК4 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК5 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК6 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7 Здатність працювати в команді.

ЗК8 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК9 Здатність приймати обґрунтовані рішення.

### **3. Спеціальні (фахові) компетенції**

ФК1 Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп’ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

ФК2 Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін.

ФК3 Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання

ФК4 Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі

ФК5 Здатність визначати, досліджувати та розв’язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати

обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК6 Здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі

ФК7 Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики

ФК8 Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі РН1. Знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

#### **4. Результатами навчання**

РН2. Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.

РН3. Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

РН6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень;

РН 7. Здійснювати апробацію та впровадження результатів власних досліджень у всі сфери економічної діяльності;

РН9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

РН10. Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики.

РН11. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

## Чому ви маєте обрати цей курс?

Команда викладачів і ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті, на форумі і особисто - у робочий час.

## Огляд курсу

Цей курс вивчається один семестр. Курс складається з одного семестру. В семестрі одна лекція на тиждень, одне практичне заняття раз на тиждень і одна л/р раз на тиждень. Курс супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії. В рамках курсу на практичних заняттях студенти вирішують задачі визначення основних характеристик води та її підготовка перед використанням. .

## Модуль 1

### **Тема 1 Загальні відомості про двигуни внутрішнього згорання**

Мета та завдання курсу. Роль ДВЗ у загальному балансі енергоджерел.

Історія

виникнення та розвитку ДВЗ. Класифікація ДВЗ.

### **Тема 2. Термодинамічні цикли поршневих ДВЗ.**

Загальні відомості про цикл. Види термодинамічних циклів ДВЗ. Показники термодинамічних циклів.

### **Тема 3. Робочі тіла в ДВЗ, їх властивості та реакції згорання**

Робочі тіла в ДВЗ. Паливо та їх властивості. Рідкі палива. Газові палива.

Склад та кількість свіжого заряду і продуктів згорання.

### **Тема 4. Дійсні цикли двигунів внутрішнього згорання**

Загальні відомості про дійсні цикли ДВЗ. Процес впуску. Особливості процесу

впуску. Параметри процесу впуску. Вплив різних факторів на коефіцієнт наповнення. Особливості газообміну в двотактних ДВЗ.

### **Тема 5. Процес стиску.**

Роль і місце процесу стиску в робочому циклі. Теплообмін у процесі стиску.

Теоретичний та дійсний початок процесу стискування. Дійсна ступінь

стискування. Визначення показника політропи процесу стискування.

Визначення параметрів робочого тіла наприкінці та при протіканні процесу стискування. Розрахунок процесу стиску.

### **Тема 6. Процес сумішоутворення і згорання.**

Сумішоутворення в бензинових і газових двигунах. Сумішоутворення в

дизелях. Процес згорання в дизелях. Засоби сумішоутворення у дизельних

ДВЗ. Спрощена методика розрахунку процесу ефективного згорання проф.

В.І. Гриневецького. Визначення параметрів робочого тіла наприкінці процесу ефективного згорання. Розрахунок процесу згорання.

### **Тема 7. Процес розширення.**

Теплообмін між робочим тілом і стінками циліндра. Спрощена методика розрахунку процесу розширення проф. В.І. Гриневецького. Визначення показника політропи процесу розширення. Визначення параметрів робочого тіла наприкінці та при протіканні процесу розширення. Розрахунок процесу розширення.

**Тема 8. Процес випуску**

## **Модуль 2.**

**Тема 9. Показники робочого циклу і двигуна.**

Індикаторні показники робочого циклу. Механічні втрати. Ефективні показники

двигуна. Питомі показники двигуна. Тепловий розрахунок та визначення основних розмірів ДВЗ

**Тема 10. Тепловий баланс і теплова напруженість ДВЗ.**

Внутрішній тепловий баланс ДВЗ. Визначення основних статей внутрішнього

теплого балансу. Визначення середньої температури випускних газів для рівняння Рато. Теплова напруженість.

**Тема 11. Сили та моменти в кривошипно-шатунних механізмах поршневих**

**ДВЗ.**

Сили, що діють в КШМ поршневих ДВЗ. Сили від тиску газів. Сили інерції рухомих мас КШМ. Рознесення маси шатуна.

**Тема 12. Зосереджені маси в кривошипно-шатунних механізмах поршневих**

**ДВЗ.**

Зосереджені маси в КШМ поршневих ДВЗ. Сили і моменти у відсіку однорядного поршневого ДВЗ.

**Тема 13. Розрахунок нерівномірності обертання колінчастого валу.**

Причини нерівномірності обертання колінчастого валу, основні поняття та визначення. Розрахунок нерівномірності обертання колінчастого валу.

**Тема 14. Зрівноваження двигунів внутрішнього згоряння.**

Основні фактори, що викликають незрівноваженість ДВЗ. Реактивний момент

двигуна. Сили інерції прямолінійного руху мас. Методи дослідження зрівноваженості.

**Тема 15. Зрівноваження одноциліндрового ДВЗ.**

Незрівноважені фактори в одноциліндровому двигуні. Часткове зрівноваження

одноциліндрового двигуна. Повне зрівноваження одноциліндрового двигуна.

### **Тематика (зміст) практичних занять.**

1 Методика розрахунку робочого процесу чотирьохактного дизеля з ГТН.

2 Попередні допоміжні розрахунки. Розрахунок поточних об'ємів циліндрів ДВЗ, та

протитиску за циліндром за спрощеною методикою.

3 Розрахунок процесу газообміну за спрощеною методикою

4 Розрахунок процесу стискування за спрощеною методикою

5 Розрахунок процесу горіння-розширення за методом проф. В.І. Гриневецького

6 Визначення параметрів розрахункового циклу ДВЗ та накреслення індикаторної

діаграми.

7 Ознайомлення з програмою розрахунку робочого процесу ДВЗ на ПК

### **Тематика (зміст) лабораторних занять.**

1 Загальна будова і основні параметри поршневих ДВЗ.

2 Кривошипно-шатунний механізм.

3 Механізм газорозподілу.

4 Система живлення дизелів.

5 Система охолодження.

6 Система мащення.

7 Теплобалансові випробування двигуна внутрішнього згорання

### **Тематика (зміст) семінарських занять.**

Не передбачено навчальним планом.

**Тематика (зміст) самостійної роботи.** Термодинамічні цикли ДВЗ. Реальні цикли ДВЗ. Шляхи підвищення ефективної потужності ДВЗ. Методика спрощеного розрахунку робочого циклу дизеля з газотурбінним наддувом. Оцінка параметрів наприкінці газообміну у двотактних ДВЗ. Визначення параметрів робочого тіла наприкінці та при протіканні процесу стискування. Засоби сумішоутворення у дизельних ДВЗ. Гриневецького. Визначення показника

політропи процесу розширення. Визначення параметрів робочого тіла наприкінці та при протіканні процесу розширення. Визначення середньої температури випускних газів для рівняння Рато. Матеріали для виготовлення деталей поршневої та шатунної групи. Конструкція колінчатих валів. Засоби виготовлення та матеріали, які використовуються для виготовлення колінчатих валів. Противаги, антивібратори та демпфери. Різновиди остову. Трьох, двох та одно роз'ємні остови. Блок циліндрів, рама, картер, циліндри, головки або кришки циліндрів. Ливарні та зварні остови. Остови з несучим картером та з несучою рамою Механізм газорозподілу у двотактних та чотирьохтактних ДВЗ. Системи мащення та охолодження ДВЗ. Паливний насос високого тиску та його робота. Експлуатаційні, реостатні та ходові випробування.

**Тематика (зміст) індивідуальних завдань (у тому числі курсовий проєкт/робота).** Тематика (зміст) індивідуального завдання повинна

відповідати навчальній дисципліні та, враховуючи принципи академічної свободи і студентоцентрованого підходу, може бути запропонована керівником проекту або здобувачем вищої освіти за погодженням з керівником.

## **Інформаційні матеріали**

### **Рекомендована література**

#### **Основна**

#### **Основна**

1. Симсон А.Э. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания [Текст] / Симсон А.Э., Хомич А.З., Куриц А.А. и др. - М.: Транспорт, 1987. –
2. Круshedольський О.Г. Моделювання робочих процесів транспортних дизелів на експлуатаційних режимах: Навч. посібник / О.Г. Круshedольський. - Харків: УкрДАЗТ, 2006. - 218 с.
3. Алексеев В.П. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для студентов Вузов по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" / В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др.; Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г.Круглова. - М.:Машиностроение, 1990. 288 с.

#### **Допоміжна**

1. Вырубков Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов поршневых и комбинированных двигателей [Текст] / Вырубков Д.Н., Иващенко Н.А., Ивин В.И. и др.; под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. - М.: Машиностроение, 1983. - 372 с.
2. Вырубков Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Конструкция и расчет поршневых и комбинированных двигателей [Текст]/ Вырубков Д.Н. Ефимов С.И.,Иващенко Н.А. и др.; под ред. А.С.Орлина, М.Г.Круглова. - М.: Машиностроение, 1984. - 384 с.
3. Ефимов С.И. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей [Текст]/ С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин; под ред. А.С. Орлина, М.Г.Круглова. - М.: Машиностроение, 1985. - 456 с.
4. Глаголев Н.М. Тепловозные двигатели и газовые турбины [Текст] / Глаголев Н.М., Куриц А.А., Водолажченко В.В. и др. - М.: Транспорт, 1973. - 336 с.
5. Симсон А.Э. Газотурбинный наддув дизелів [Текст] / А.Э. Симсон - М.: Машиностроение, 1964. - 248 с.

#### **6 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ**

- 1 <http://airspot.ru/library/book/dvigateli-vnutrennego-sgoraniya-tom-1-rabochieprotsessy-v-dvigatelyah-i-ih-agregatah>
2. <https://www.twirpx.com/file/68008/> Луканин В.Н., Шатров М.Г. Двигатели внутреннего сгорания.
3. <http://padabum.com/d.php?id=18915> Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей.
4. <http://viamobile.ru/page.php?id=1006>. Двигатели внутреннего сгорания.
5. <http://mirknig.su/knigi/tehnika/63774-teoriya-dvigatelay-vnutrennegosgoraniya.html>. Теория двигателей внутреннего сгорания.
6. [http://www.pomogala.ru/books\\_4\\_teplovoz/dvs\\_simson\\_1987.html](http://www.pomogala.ru/books_4_teplovoz/dvs_simson_1987.html). Тепловозные двигатели внутреннего сгорания: Учебник для вузов / А. Э. Симсон, А. З. Хомич,

## Правила оцінювання

**Методи контролю:** Усне опитування, поточний контроль, модульний контроль (тести), підсумкове тестування, залік. При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf>).

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принцип формування оцінки за модуль у складі залікових кредитів за 100-бальною шкалою наведено далі. Максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження:

### **Відвідування лекцій:**

Бали за цю складову нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. За відвідування кожної лекції нараховується бали.

**Максимальна сума становить 40 балів.**

**Практичні заняття:** Оцінюються за відвідуваннями (до 5 балів), ступенем залученості (до 5 балів) та виконання практичних задач (до 10 балів). Ступінь залученості визначається участю у роботі в аудиторії. **Максимальна сума становить 20 балів.**

### **Модульне тестування:**

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (15 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2,67 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

### **Іспит:**

● Студент отримує оцінку за іспит за результатами модульного 1-го та 2-го контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає заліковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на іспиті, відповівши на питання білету.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)



Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
<b>ВІДМІННО – 5</b>	<u>Відмінно</u> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
<b>ДОБРЕ – 4</b>	<u>Дуже добре</u> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<u>Добре</u> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
<b>ЗАДОВЛІЛЬНО - 3</b>	<u>Задовільно</u> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<u>Достатньо</u> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
<b>НЕЗАДОВЛІЛЬНО - 2</b>	<u>Незадовільно</u> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<u>Незадовільно</u> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Вразі, якщо студент пропустив заняття з будь яких причин, у нього є можливість для отримання додаткових балів. Це можна зробити за рахунок виконати презентації на тему, яку було пропущено.

### Очікувані результати навчання

Після вивчення дисципліни «Водопідготовка » студент повинен знати про основні заходи які потрібно проводити для в теплоенергетиці для завезення показників води.

### Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультиватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

### Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>