

МОН УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Приймальної комісії,  
В.о. ректора Національного  
транспортного університету



Микола ДМИТРИЧЕНКО

04

2024 р.

**ПРОГРАМА**  
вступного іспиту зі спеціальності для вступу  
на навчання для здобуття ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування»  
(освітньо-наукова програма «Двигуни та енергетичні установки»)

Київ – 2024

Програму вступного іспиту розроблено предметною комісією для проведення вступного іспиту зі спеціальності для вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» (освітньо-наукова програма «Двигуни та енергетичні установки»).

Голова предметної комісії  
канд. техн. наук, доцент

« 15 » квітня 2024 р.

  
Микола ЦЮМАН

Розглянуто та схвалено на засіданні Вченої Ради автомеханічного факультету 15 квітня 2024 року, протокол № 9.

Голова Вченої Ради,  
декан автомеханічного факультету  
канд. техн. наук, доцент

« 15 » квітня 2024 р.

  
Олександр ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ

## ЗМІСТ

Загальні положення	4
1. Випробування двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ)	5
2. Основи автоматизації проектування двигунів	7
3. Особливості робочих процесів нетрадиційних теплових двигунів	9
4. Сучасні системи живлення і регулювання двигунів внутрішнього згорання	11
Критерії оцінювання підготовленості вступників	14

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Вступний іспит зі спеціальності для вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста) (7 рівень Національної рамки кваліфікацій, далі – НРК7) передбачає перевірку здатності до опанування освітньої програми третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти на основі здобутих раніше компетентностей.

Програма вступного іспиту зі спеціальності для вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» (освітньо-наукова програма «Двигуни та енергетичні установки») на основі НРК7 розроблена предметною комісією на основі освітніх програм за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» (освітньо-професійні програми «Автомобільні двигуни», «Технічне обслуговування та діагностика автомобільних двигунів») у Національному транспортному університеті.

Вступний іспит зі спеціальності проводиться у письмовій формі.

Білет вступного іспиту зі спеціальності містить чотири завдання двох рівнів складності за програмою вступного іспиту.

Перше та друге завдання білета вступного іспиту передбачають надання вступником розгорнутої відповіді на теоретичні запитання аналітичного характеру першого та другого рівнів складності.

Третє та четверте завдання білета вступного іспиту передбачають розв'язування вступником задач першого та другого рівнів складності.

Відповіді на запитання вступник наводить на бланках письмової відповіді.

## 1. ВИПРОБУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

### 1. Види випробувань ДВЗ

Призначення випробувань, види випробувань. Дослідницькі випробування, доводочні, приймальні, контрольні, приймально-здаточні, експлуатаційні випробування. Стандарти щодо випробування двигунів. Проведення випробувань. Перелік параметрів, що визначаються при проведенні випробувань. Вимоги при проведенні випробувань ДВЗ. Короткі відомості про вимірювання. Прямі, непрямі, сукупні вимірювання. Похибки вимірювань. Об'єктивні похибки: статистичні, динамічні, випадкові. Суб'єктивні похибки. Обробка і аналіз експериментальних даних. Техніка безпеки при проведенні випробувань ДВЗ.

### 2. Характеристики поршневих ДВЗ

Загальні відомості. Класифікація характеристик: типові, спеціальні, характеристики токсичності.

#### Типові характеристики.

#### Швидкісні характеристики.

Швидкісні зовнішні характеристики бензинових і газових двигунів з іскровим запалюванням. Швидкісні часткові характеристики бензинових і газових ДВЗ з іскровим запалюванням. Швидкісні зовнішні характеристики дизелів. Швидкісні часткові характеристики дизелів.

#### Навантажувальні характеристики.

Навантажувальні характеристики бензинових і газових двигунів. Навантажувальні характеристики дизелів. Регуляторні характеристики дизелів.

#### Характеристики холостого ходу.

Характеристики холостого ходу бензинових ДВЗ і дизелів.

#### Характеристики механічних втрат у ДВЗ.

#### Спеціальні характеристики.

#### Регулювальні характеристики.

Регулювальна характеристика за кутом випередження запалювання бензинових і газових двигунів. Регулювальна характеристика за кутом випередження впорскування дизелів. Регулювальна характеристика за складом суміші бензинових і газових двигунів. Багатопараметрові характеристики. Характеристики оптимального регулювання бензинових і газових двигунів.

#### Характеристики токсичності.

Характеристики токсичності бензинового і газового двигунів. Характеристики токсичності дизеля. Універсальні (ізопараметричні) характеристики токсичності ДВЗ.

### 3. Лабораторії випробування ДВЗ

Загальні вимоги до лабораторій випробування ДВЗ. Технологічні, санітарно-технічні, вимоги техніки безпеки і протипожежні вимоги.

#### **4. Установки для випробувань ДВЗ**

Загальні відомості. Призначення. Загальна будова.

##### Вимірювання потужності ДВЗ.

Загальні відомості. Найпростіший гальмівний пристрій.

##### Вимірювання крутного моменту ДВЗ.

Динамометри. Механічні, гідравлічні, електричні динамометри. Датчики для вимірювання крутного моменту ДВЗ.

##### Гальмівні машини.

Загальне призначення. Класифікація. Механічні гальмівні машини. Динамічні і об'ємні машини. Динамічні дискові, штифтові, лопаткові гальмівні машини. Електричні гальмівні машини. Класифікація. Гальмівні машини змінного струму: асинхронні і синхронні. Гальмівні машини постійного струму. Індукторні (індукційні або електромагнітні) гальмівні машини. Характеристики електричних гальмівних машин. Умови спільної стійкої роботи ДВЗ і гальмівної машини. Автоматизовані стенди з програмним керуванням.

##### Вимірювання частоти обертання колінчастого вала ДВЗ.

Загальні відомості. Тахометри. Класифікація.

##### Вимірювання часу.

Механічні і електричні секундоміри.

##### Вимірювання тиску.

Барометри. Механічні і рідинні манометри.

##### Вимірювання температури.

Термометри механічні, електромеханічні, електричні, рідинні. Манометричні термометри. Термометри опору. Термопари. Вимірювання температури деталей двигуна.

##### Вимірювання витрати повітря.

Методи і способи вимірювання. Лічильники газу. Електричні методи вимірювання витрати газу.

##### Вимірювання витрати палива.

Особливості вимірювання. Об'ємний і масовий методи вимірювання витрати палива. Особливості вимірювання витрати газоподібного палива.

#### **5. Методи визначення механічних втрат в ДВЗ**

Метод зіставлення індикаторної і ефективної потужності ДВЗ. Метод почергового виключення циліндрів. Метод прокручування колінчастого вала двигуна. Метод одинарного і подвійного вибігів.

#### **6. Індицирування ДВЗ**

Загальні положення. Індикатори. Електричні індикатори. Датчики індикаторів. Тензометричні датчики. Осцилографи. Обробка індикаторних діаграм.

#### **7. Визначення екологічних показників двигунів та автомобілів**

Одиниці вимірювання токсичності відпрацьованих газів. Розрахунок масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигунів внутрішнього згорання при проведенні стендових досліджень. Розрахунок

сумарних масових викидів шкідливих речовин, зведених до CO. Нормування шкідливих викидів двигунів і автомобілів. Методика розрахунку загальної маси викидів шкідливих речовин у розбавлених ВГ при проведенні випробувань на стенді з біговими барабанами з використанням методу CVS. Нормування шкідливих викидів двигунів транспортних засобів категорії M2, M3, N2, N3. Методика проведення досліджень. Оцінка паливної економічності та екологічних показників двигунів автомобілів в режимах Європейських їздових циклів. Прилади та обладнання. Оцінка ефективності роботи нейтралізатора. Зменшення шкідливих викидів двигунами автомобілів їх нейтралізацією і уловлюванням. Каталітична нейтралізація відпрацьованих газів. Оцінка ефективності роботи каталітичного моноблочного біфункціонального нейтралізатора двигуна із системою впорскування.

### **8. Тепловий баланс ДВЗ**

Поняття теплового балансу ДВЗ. Складання теплового балансу ДВЗ.

### **Рекомендована література**

#### Основна

1. Гутаревич Ю.Ф. Випробування двигунів внутрішнього згорання : навчальний посібник / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, А.Г. Говорун. – К. : НТУ, 2013. – 246 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://surl.li/usbeq>. – Дата перегляду : 12.04.2024.

2. Автомобільні двигуни : підручник / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко. – К. : Арістей, 2007. – 476 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://surl.li/usbfc>. – Дата перегляду : 12.04.2024.

## **2. ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ДВИГУНІВ**

### **1. Загальні положення**

ДВЗ як відкрита неоднорідна динамічна стохастична система. Ознаки складної технічної системи. Особливості проектування при створенні сучасного двигуна внутрішнього згорання. Поняття автоматизації проектування. Роль системи автоматичного проектування (САПР) в процесі створення двигунів. Історія виникнення САПР. Задачі при створенні САПР. Проблеми при створенні САПР.

### **2. Етапи проектування ДВЗ і можливість їх автоматизації**

Загальні етапи проектування ДВЗ. Технічне завдання як вихідний документ для проектування ДВЗ. Вибір прототипу. Конструкторський проект і його підрозділи. Виготовлення дослідного зразка і його доводка. Можливість автоматизації етапів проектування. Методи проектування. Рівні задач синтезу.

### **3. Структура САПР**

Основні завдання, що вирішуються розробником і користувачем САПР ДВЗ. Функції комп'ютерної техніки в процесі проектування. Можливості організації САПР. Системи в структурі САПР і їх характеристики. Проектні і обслуговуючі підсистеми САПР. Обладнання, що використовується в САПР. Елементи програмного забезпечення САПР.

### **4. Організація даних у САПР**

Рівні організації даних. Структура зберігання даних. Банки даних. звертання до банку даних. Отримання геометричного образу деталей двигуна. Основні операції в процесі створення геометричного образу. Два варіанти процедури. Блок-схема створення геометричного образу за аналогом. Поділення можливих рішень на рівні: об'єкт - сегмент - елемент - примітив. Створення баз можливих технічних варіантів.

### **5. Сучасні етапи конструювання**

Види інформації. Вимоги до інформації. Типи інформаційних систем. Система аналізу конструкції ДВЗ. Призначення системи. Основні блоки системи. Призначення і задачі, що вирішують основні блоки. Вимоги до проблемно-орієнтованих блоків. Достовірність роботи системи і методи встановлення ступеню достовірності.

### **6. Типи математичних моделей**

Емпіричні моделі. Їх недоліки. Причини включення їх до складу САПР ДВЗ. Аналітичні моделі. Необхідні передумови створення таких моделей. Переваги і недоліки аналітичних моделей. Числові методи. Суть методу. Основні числові методи та їх характеристики. Структурна схема розрахункового блоку. Поділення функціональних блоків на блоки рівнів.

### **7. Математичне моделювання робочого процесу в ДВЗ**

Диференціальні рівняння зміни тиску в циліндрі ДВЗ. Перший закон термодинаміки змінної маси. Швидкість зміни тиску для умов впуску. Диференціальне рівняння зміни тиску в процесі газообміну. Диференціальні рівняння швидкості зміни тиску в процесах згорання – розширення. Втрати робочого тіла. Диференціальні рівняння швидкості зміни тиску в процесі стискання.

### **8. Розрахунок температурного стану і міцності деталей двигуна**

Характеристика методу кінцевих елементів. Суть методу і методика його застосування для деталей складної форми. Можливість застосування методу в складному напруженому стані. Методика спрощення деяких розрахунків без втрати точності розрахункового методу.

### **9. Автоматизація проектування паливної апаратури автотракторних дизелів**

Можливості автоматизації проектування паливної апаратури. Блок-схема основного розрахункового блоку. Рівняння, які входять до складу математичної моделі. Методи оптимізації параметрів паливної апаратури.



### ***10. Автоматизація експериментальних досліджень і обробка результатів експериментів***

Апаратура для проведення експериментальних досліджень в автоматизованому режимі. Методика планування експерименту. Обробка даних експерименту і побудова апроксимуючих поліномів.

### ***11. Моделювання впливу двигуна на експлуатаційні показники транспортного засобу***

Визначення показників транспортного засобу з можливим використанням проєктованого двигуна. Алгоритми побудови функціональних схем розрахунку. Основні ланки і основні зв'язки в функціональних блок-схемах. Врахування різноманітних факторів при математичному моделюванні руху транспортного засобу за наперед заданою програмою.

## **Рекомендована література**

### ***Основна***

1. Пильов В.О. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників. Т. 4. Основи САПР ДВЗ / В.О. Пильов, А.Ф. Шеховцов; за ред. А.П. Марченка, А.Ф. Шеховцова. – Харків : Прапор, 2004. – 336 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://surl.li/usbfr>. – Дата перегляду : 12.04.2024.

2. Автомобільні двигуни : підручник / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко. – К. : Арістей, 2007. – 476 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://surl.li/usbfc>. – Дата перегляду : 12.04.2024.

### ***Додаткова***

1. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки : навчальний посібник / М.Ф. Дмитриченко, В.П. Матейчик, О.К. Гришук, М.П. Цюман. – К. : НТУ, 2014. – 168 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://surl.li/usbfu>. – Дата перегляду : 12.04.2024.

## **3. ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ НЕТРАДИЦІЙНИХ ТЕПЛОВИХ ДВИГУНІВ**

### ***1. Сучасне двигунобудування: стан та перспективи розвитку***

Сучасний стан енергетичних установок для транспортних засобів. Переваги і недоліки ДВЗ. Напрями усунення недоліків сучасних транспортних двигунів. Приблизна класифікація альтернативних енергетичних установок. Удосконалені моделі двигунів з іскровим запалюванням і дизелів (двигун каталітичного згорання, газогенераторні автомобілі тощо).

### ***2. Двигун Кушуля***

Принципова схема двигуна. Робочий процес двигуна Кушуля.

Двостадійне згорання. Конструктивна схема двигуна. Теоретичний та дійсний цикли двигуна Кушуля. Технічна характеристика. Переваги та недоліки. Напрями удосконалення, новий етап розвитку.

### **3. Безшатунні двигуни**

Безшатунний силовий механізм Баландіна. Переваги перед ДВЗ класичних схем. Схеми компонування двигунів одинарної і подвійної дії. Принципова схема безшатунного силового механізму. Кінематика і динаміка. Визначення сил і реакцій, які діють у механізмі. Визначення крутного моменту.

### **4. Роторно-поршневі двигуни**

Типи роторно-поршневих двигунів. Роторно-поршневі двигуни, в яких залишилися поршні, але усунуто кривошипно-шатунний і газорозподільчий механізм. Роторно-лопатеві двигуни. Роторні двигуни Ванкеля. Існуючі конструктивні схеми, переваги, недоліки. Кінематична схема двигуна Ванкеля. Процеси робочого циклу роторного двигуна. Індикаторна діаграма. Розрахунок індикаторної потужності. Роторні двигуни ВАЗ.

### **5. Автомобільні ГТД**

Можливість застосування газотурбінних двигунів (ГТД) на автомобільному транспорті. Структурні схеми ГТД для автомобілів. Порівняння індикаторних діаграм поршневого двигуна і ГТД. Діаграма дійсного циклу ГТД з теплообмінником. Складний цикл автомобільного ГТД, який здійснюється у двигуні з трьома валами. Принципова схема і принцип роботи автомобільного ГТД. Зовнішня швидкісна характеристика. Додаткове обладнання. Доцільність застосування ГТД на автомобільному транспорті.

### **6. Паросилові автомобільні установки**

Основний цикл, за яким працюють паросилові установки – цикл Ренкіна. Схема і принцип дії парової машини. Визначення крутного моменту. Теоретична індикаторна діаграма. Дійсний цикл парової машини. Визначення потужності, к.к.д. і витрати пари. Регулювання потужності парових машин. Типова схема автомобільної паросилової установки.

### **7. Двигуни Стірлінга**

Відродження двигунів Стірлінга. Перспективи розвитку. Ідеальний цикл Стірлінга. Дійсний регенеративний цикл двигуна Стірлінга. Принцип роботи і конструктивні схеми, будова окремих елементів. Робоче тіло. Параметри, що характеризують роботу двигуна. Способи регулювання. Учбово-демонстраційний двигун УДС-1.

### **8. Інерційні двигуни**

Самостійні інерційні двигуни. Конструкції маховиків і елементи їх розрахунку.

### **9. Електромобілі**

Тенденції розвитку електромобілів. Особливості конструкції електромобілів. Техніко-експлуатаційні показники. Джерела енергії для електромобілів. Розвиток електроприводів. Аналіз енергетичних режимів

тягових систем електромобілів. Енергетичні характеристики тягових систем. Галузь ефективного використання електромобілів.

### ***10. Комбіновані двигуни (гібридні силові установки)***

Ефективне використання двигунів різних типів у складі однієї силової енергетичної установки. Створення гібридних або комбінованих силових установок для автомобільного транспорту. Аналіз варіантів існуючих комбінованих енергетичних установок, оцінка їх позитивних якостей і недоліків.

## **Рекомендована література**

### Основна

1. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови : навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Л.П. Мержиєвська, О.В. Сирота, Д.М. Тріфонов. – К. : НТУ, 2015. – 244 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://surl.li/usbga>. – Дата перегляду : 12.04.2024.

2. Автомобільні двигуни : підручник / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко. – К. : Арістей, 2007. – 476 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://surl.li/usbfc>. – Дата перегляду : 12.04.2024.

### Додаткова

1. Екологія та автомобільний транспорт : навчальний посібник / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. – К. : Арістей, 2006. – 292 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://surl.li/usbgh>. – Дата перегляду : 12.04.2024.

## **4. СУЧАСНІ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ І РЕГУЛЮВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**

### ***1. Теоретичні положення для розробки систем впорскування легкого палива в двигунах з іскровим запалюванням***

Вимоги до систем впорскування бензину і запалювання від електричної іскри. Основні фази процесу згорання за розгорнутою індикаторною діаграмою. Детонація. Передчасне запалювання. Октанове число палива. Вплив конструктивних і експлуатаційних факторів на процес згорання.

### ***2. Системи живлення двигунів з впорскуванням бензину у впускний колектор***

Зовнішнє сумішоутворення. Переваги і недоліки. Вплив дроселювання на швидкість згорання і межі займання робочої суміші. Рух повітря впускним трактом. Витрата повітря. Сумісне витікання палива і повітря. Центральне і багатоточкове впорскування бензину у впускний колектор. Схема системи впорскування бензину у впускний колектор з електромагнітними

форсунками. Спосіб дозування палива і регулювання потужності. Особливості нейтралізації відпрацьованих газів.

### ***3. Системи живлення двигунів з безпосереднім впорскуванням бензину у циліндр***

Внутрішнє сумішоутворення, особливості форм камер згорання. Переваги і недоліки. Способи розшарування бензоповітряної суміші. Умови забезпечення роботи бензинових двигунів на сильно збіднених сумішах. Робота системи безпосереднього впорскування в режимі гомогенної суміші ( $\alpha = 1$ ). Робота системи безпосереднього впорскування в режимі сильно збідненої суміші ( $\alpha = 2,0-3,5$ ). Особливості нейтралізації відпрацьованих газів.

### ***4. Теоретичні положення для розробки систем живлення дизелів паливом***

Вимоги до системи живлення дизеля паливом. Особливості процесу згорання в дизелі. Розгорнута індикаторна діаграма дизелів. Період затримки самозаймання палива. Швидкість наростання тиску в процесі згорання (жорсткість) і максимальний тиск циклу в швидкохідному дизелі, заходи щодо зниження жорсткості згорання. Цетанове число дизельного палива. Особливості нейтралізації відпрацьованих газів.

### ***5. Сучасні розділені системи паливоподачі дизелів***

Нерозділені камери згорання для забезпечення об'ємного сумішоутворення. Закони подачі палива. Двофазне впорскування палива. Дозування палива за величиною підйому голки розпилувача. Системи живлення (типу PLD) з індивідуальними нагнітальними секціями і короткими трубопроводами високого тиску. Переваги і недоліки.

### ***6. Акумуляторні паливні системи дизелів***

Форсунки з електрогідравлічним запиранням голки. Електромагнітні і п'єзо клапани управління для форсунок системи Common Rail (CR). Схема і принцип роботи форсунки для акумуляторної системи типу CR. Схема акумуляторної паливної системи дизеля типу CR. Основні елементи системи живлення. Переваги і недоліки.

### ***7. Сучасні системи живлення з насос-форсунками***

Насос-форсунки з електронним управлінням, принцип роботи. Схема паливної системи дизеля типу HEUI фірми Caterpillar. Основні елементи системи живлення. Переваги і недоліки. Електронне управління в сучасних дизелях регенерацією сажових фільтрів і подачею розчину сечовини (AdBlue) у випускну систему.

## **Рекомендована література**

### ***Основна***

1. Автомобільні двигуни : підручник / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко. – К. : Арістей, 2007. – 476 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://surl.li/usbfc>. – Дата перегляду : 12.04.2024.

*Додаткова*

1. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови : навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Л.П. Мержиєвська, О.В. Сирота, Д.М. Тріфонов. – К. : НТУ, 2015. – 244 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://surl.li/usbga>. – Дата перегляду : 12.04.2024.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Приймальної комісії,  
в. о. ректора Національного  
транспортного університету



Микола ДМИТРИЧЕНКО

04

2024 р.

### КРИТЕРІЇ

**оцінювання підготовленості вступників на вступному іспиті  
зі спеціальності для вступу на навчання для здобуття ступеня доктора  
філософії за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування»  
(освітньо-наукова програма «Двигуни та енергетичні установки»)**

#### *Структура оцінки вступного іспиту*

Оцінка вступного іспиту (за шкалою 100–200) складається із суми балів, виставлених предметною комісією в результаті перевірки письмової роботи вступника, виконаної ним на вступному іспиті, за виконання вступником кожного з чотирьох завдань білета вступного іспиту.

#### *Порядок оцінювання підготовленості вступників*

Оцінку вступного іспиту визначають у такому порядку:

- 1) виставляють бали за виконання кожного завдання білета вступного іспиту виходячи із наведених нижче критеріїв оцінювання виконання завдань;
- 2) обчислюють оцінку вступного іспиту за формулою:

$$O = 100 + \sum_{i=1}^4 B_i ,$$

де  $B_i$  – кількість балів за виконання  $i$ -го завдання.

Виконання завдань у чернетці не перевіряють та до уваги не беруть.

#### *Критерії оцінювання виконання завдань*

Відповідь вступника на теоретичне запитання першого рівня складності (перше завдання білета вступного іспиту) може бути оцінена балами від 0 до 20, на теоретичне запитання другого рівня складності (друге завдання білета вступного іспиту) – балами від 0 до 30.

Відповідь на запитання відповідно до рівня складності оцінюють таким чином:

від 16 (24) до 20 (30) балів ставлять вступнику, який надав повну, у логічно правильній послідовності відповідь, яка свідчить про всебічні, систематизовані та глибокі знання з поставленого запитання в обсязі програми вступного іспиту зі спеціальності; демонструє здатність вступника вільно оперувати здобутими знаннями: диференціювати та інтегрувати їх, відтворювати та аналізувати отриману інформацію, робити обґрунтовані висновки та узагальнення, виявляти й відстоювати власну позицію, переконливо висловлювати думку та чітко формулювати відповідь. Як правило, таку оцінку отримує вступник, який відповів на запитання не менше ніж на 90 %. Відповідь оцінюють у максимальну кількість балів тільки за умови надання вичерпної відповіді на запитання;

від 11 (16) до 15 (23) балів ставлять вступнику, який надав досить повну, без суттєвих неточностей, у логічно правильній послідовності відповідь, яка свідчить про ґрунтовні та систематизовані знання з поставленого запитання в обсязі програми вступного іспиту зі спеціальності; демонструє здатність вступника впевнено оперувати здобутими знаннями: відтворювати та аналізувати отриману інформацію, пояснювати основні закономірності, робити висновки, чітко висловлювати думку та формулювати відповідь. Як правило, таку оцінку отримує вступник, який відповів на запитання на 70–90 %;

від 6 (8) до 10 (15) балів ставлять вступнику, який надав не зовсім повну, із неточностями та окремими незначними помилками, в основному у правильній послідовності відповідь, яка свідчить про задовільні знання з поставленого запитання в обсязі програми вступного іспиту зі спеціальності, демонструє здатність вступника відтворювати основний матеріал відповідно до поставленого запитання. Як правило, таку оцінку отримує вступник, який відповів на запитання на 50–70 %;

від 1 до 5 (7) балів ставлять вступнику, який надав фрагментарну, із суттєвими неточностями та принциповими помилками відповідь, яка свідчить про неповноту знань з поставленого запитання в обсязі програми вступного іспиту зі спеціальності, демонструє наявність у вступника утруднень при відтворенні інформації відповідно до поставленого запитання. Як правило, таку оцінку отримує вступник, який відповів на запитання менше ніж на 50 %;

0 балів ставлять вступнику, який не надав відповідь на поставлене запитання або надана вступником відповідь не відповідає поставленому запитанню.

Розв'язування вступником задачі першого рівня складності (третє завдання білета вступного іспиту) може бути оцінене балами від 0 до 20, розв'язування задачі другого рівня складності (четверте завдання білета вступного іспиту) – балами від 0 до 30.

Розв'язування вступником задач відповідно до рівня складності оцінюють виходячи із наведених у таблиці характеристик розв'язання.



Кількість балів	Характеристика розв'язання
17–20 (25–30)	<p>Наведено повну, логічно правильну послідовність кроків розв'язування.</p> <p>Обґрунтовано всі ключові моменти розв'язування.</p> <p>Наведено всі необхідні формули з поясненнями всіх умовних позначень.</p> <p>Наведено рисунки, якщо це необхідно для обґрунтування або ілюстрації розв'язування, з поясненнями елементів рисунків.</p> <p>Всі обчислення та перетворення виконано без помилок.</p> <p>Отримано та наведено правильну відповідь.</p> <p>Розв'язування свідчить, що вступник вільно володіє теоретичними положеннями в обсязі програми вступного іспиту зі спеціальності та здатний практично їх застосовувати, творчо виконуючи стандартні завдання на рівні вищої освіти магістра / освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста з відповідної спеціальності.</p> <p>Розв'язування оцінюють у максимальну кількість балів тільки за умови надання вичерпного обґрунтування всіх ключових моментів розв'язування, належного оформлення формул та обчислень (пояснення значень символів і числових коефіцієнтів у необхідній послідовності, наведення числових підстановок, наявність розмірності всіх величин тощо), належного оформлення рисунків (зокрема наведення назв та пояснень у необхідній послідовності).</p>
13–16 (19–24)	<p>Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування.</p> <p>Деякі з ключових моментів розв'язування обґрунтовано недостатньо.</p> <p>Наведено необхідні формули з поясненнями умовних позначень (можлива відсутність пояснення окремих умовних позначень).</p> <p>Наведено рисунки, якщо це необхідно для обґрунтування або ілюстрації розв'язування, з поясненнями елементів рисунків (можливі деякі неточності у виконанні рисунків та/або відсутність пояснень окремих елементів рисунків).</p> <p>Можливі 1–2 негрубі помилки або описки в обчисленнях, перетвореннях, що не впливають на правильність подальшого ходу розв'язування.</p> <p>Отримано та наведено правильну відповідь.</p> <p>Розв'язування свідчить, що вступник достатньо володіє теоретичними положеннями в обсязі програми вступного іспиту зі спеціальності та здатний практично їх застосовувати, впевнено виконуючи стандартні завдання на рівні вищої освіти магістра / освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста з відповідної спеціальності.</p>



<p>9–12 (13–18)</p>	<p>Наведено правильну послідовність кроків розв’язування. Ключові моменти розв’язування обґрунтовано недостатньо. Наведено формули, але пояснено не всі умовні позначення. Наведено рисунки, якщо це необхідно для обґрунтування або ілюстрації розв’язування, але у них наявні неточності та/або пояснено не всі елементи рисунків. Можливі 1–2 помилки в обчисленнях або перетвореннях, що впливають на правильність подальшого ходу розв’язування. Отримана відповідь може бути неправильною через помилки в обчисленнях. Розв’язування свідчить, що вступник задовільно володіє теоретичними положеннями в обсязі програми вступного іспиту зі спеціальності та в цілому здатний практично їх застосовувати, виконуючи стандартні завдання на рівні вищої освіти магістра / освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста з відповідної спеціальності.</p>
<p>5–8 (7–12)</p>	<p>У правильній послідовності ходу розв’язування немає деяких кроків розв’язування. Ключові моменти розв’язування не обґрунтовано. Наведено формули без пояснення умовних позначень, можливі 1–2 описки у формулах. Наведено рисунки, якщо це необхідно для обґрунтування або ілюстрації розв’язування, але з неточностями та без пояснення елементів рисунків. Допущено помилки в обчисленнях або перетвореннях, що впливають на правильність подальшого ходу розв’язування. Отримана відповідь може бути неправильною / задача може бути розв’язана не повністю. Розв’язування свідчить, що вступник задовільно володіє теоретичними положеннями в обсязі програми вступного іспиту зі спеціальності, але здатний практично їх застосовувати, виконуючи стандартні завдання на рівні вищої освіти магістра / освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста з відповідної спеціальності, лише за наявності зразка.</p>
<p>1–4 (1–6)</p>	<p>Наведено лише деякі кроки розв’язування. Ключові моменти розв’язування не обґрунтовано. Наведено не всі формули та рисунки, відсутні пояснення умовних позначень у формулах та пояснення елементів рисунків, у наведених формулах наявні описки, у рисунках – неточності. Задача розв’язана не повністю. Розв’язування свідчить про наявність у вступника фрагментарних знань теоретичних положень в обсязі програми вступного іспиту зі спеціальності, демонструє наявність суттєвих утруднень при виконанні стандартних завдань на рівні вищої освіти магістра / освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста з відповідної спеціальності.</p>

0	Вступник не приступив до розв'язування задачі / надано правильну відповідь без наведення розв'язування / наведене розв'язання не відповідає умові задачі.
---	---

Оцінка вступного іспиту від 100 до 129 балів вважається незадовільною.

Голова предметної комісії  
канд. техн. наук, доцент



Микола ЦЮМАН

« 15 » 04 \_\_\_\_\_ 2024 р.