



Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор

[Signature]
підпис

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

04.05.2026

дата

ПРОГРАМА

додаatkового вступного випробування

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії
«Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю
G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)

Протокол № 9 від 29 квітня 2026 р.

Голова НМКУ Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

[Signature]

ВСТУП

Програма визначає форму організації, зміст та особливості проведення додаткового вступного випробування на освітньо-наукову програму підготовки докторів філософії «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією) для вступників, які вступають для здобуття ступеня доктора філософії з іншої галузі знань (спеціальності), ніж та, яка зазначена в їхньому дипломі, на підставі якого здійснюється вступ.

Метою програми є перевірка набуття вступником компетентностей та результатів навчання, необхідних для опанування освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією).

1. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1.1. Перелік розділів та тем, які виносяться на додаткове вступне випробування

Розділ 1

1. Електричне поле. Вектор напруженості електричного поля. Закон Кулона. Поле точкового заряду. Принцип суперпозиції, поле системи зарядів.
2. Робота при переміщенні заряду в електростатичному полі. Різниця потенціалів і потенціал. Потенціал поля точкового заряду та системи зарядів.
3. Зв'язок між потенціалом і напруженістю електричного поля, поняття про градієнт скалярного поля.
4. Провідники. Провідник у зовнішньому електричному полі, електростатична індукція. Поле в об'ємі та на поверхні провідника, еквіпотенціальність провідника. Розподіл статичних зарядів у провіднику.
5. Електрична ємність, конденсатори. Ємність плоского конденсатора. З'єднання конденсаторів.
6. Електростатична енергія системи точкових зарядів, зарядженого провідника, конденсатора. Об'ємна густина енергії електричного поля.
7. Електричний струм, сила та густина струму.
8. Умови існування стаціонарного струму. Сторонні сили, спад напруги та електрорушійна сила (ЕРС).
9. Закон Ома для довільної ділянки кола та для замкненого контуру. ЕРС і напруга на полюсах джерела. Струм короткого замикання.
10. Робота та потужність струму. Закон Джоуля. Потужність струму на зовнішній і внутрішній ділянці кола.
11. Вільні та вимушені коливання. Послідовний коливальний контур.
12. Вільні коливання в ідеальному контурі. Власна частота контура. Енергія гармонічних коливань в ідеальному контурі.
13. Вільні загасаючі коливання в контурі. Амплітуда та частота загасаючих коливань. Умова існування вільних коливань у контурі.
14. Характеристики загасання: коефіцієнт загасання і час релаксації, логарифмічний декремент загасання і добротність контура.

15. Вимушені гармонічні коливання в контурі. Амплітуди та фази вимушених коливань.
16. Резонансні частоти та амплітуди коливань напруги і струму в контурі.
17. Вимушені коливання в електричних колах, змінний струм.
18. Активний та реактивні опори, імпеданс. Закон Ома для змінного струму.
19. Діючі значення напруги та струму. Активна потужність у колі змінного струму.
20. Електромагнітна природа світла, світлові хвилі. Швидкість поширення світла, показник заломлення.
21. Відбивання та заломлення світла. Повне внутрішнє відбивання, граничний кут.
22. Поняття про інтерференцію та когерентність. Способи отримання когерентних світлових пучків.
23. Різниця ходу, загальні умови максимумів і мінімумів при двопроменевої інтерференції. Ширина інтерференційної смуги.
24. Інтерференція при відбиванні світла від тонких пластин.
25. Дифракція, принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Фраунгофера на одновимірній ґратці. Умова головних максимумів ґратки, найбільший порядок дифракції.
26. Поляризоване та природне світло, види поляризації. Закон Малюса. Поляризація світла при відбиванні від діелектрика, кут Брюстера.

Розділ 2

1. Термодинамічний метод аналізу. Види енергії та форми обміну енергією. Термодинамічна система, навколишнє середовище та взаємодія між ними. Стан термодинамічної системи, параметри та рівняння стану. Температура, теплота. Термодинамічні процеси.
2. Термодинамічна система, навколишнє середовище та взаємодія між ними. Замкнуті (ізолювані) та відкриті системи. Ступені свободи термодинамічної системи. Стан термодинамічної системи: термічні параметри стану. Рівняння стану; термодинамічні діаграми. Рівноважні й нерівноважні стани. Принцип самонепорушності рівноважного стану.
3. Термодинамічні процеси. Форми обміну енергією: теплота і робота. Властивості роботи як форми обміну енергією. Робота процесу: робота зміни об'єму, корисна зовнішня робота, робота проштовхування. Робоча діаграма процесу. Оборотні та необоротні процеси. Теплота процесу. Поняття теплоємності тіла: масова, об'ємна й мольна теплоємності. Закон збереження і перетворення енергії: еквівалентність теплоти й роботи.
4. Перший закон термодинаміки, як форма закону збереження енергії. Робота. Властивості роботи як форми обміну енергією. Теплота як форма обміну енергією. Формулювання першого закону термодинаміки. Аналітичний вираз першого закону термодинаміки.
5. Основні властивості ідеального газу. Елементи молекулярно-кінетичної теорії та термічне рівняння стану ідеальних газів (Менделєєва – Клапейрона). Закони зміни стану газів. Теплоємність газів та її зв'язок з молекулярною будовою речовини. Теоретична оцінка теплоємностей ідеального газу при постійному об'ємі та постійному тиску C_p і C_v . Формула Майєра. Істинна та середня теплоємності. Ентропія як параметр (функція) стану термодинамічної системи. Термодинамічні тотожності. Калоричні й термічні властивості речовини. Теплові діаграми. Внутрішня енергія, ентальпія й ентропія ідеального газу; теплоємність ідеального газу при $v = \text{const}$ і $p = \text{const}$.

6. Основні термодинамічні процеси. Термодинамічний метод дослідження процесів. Ізохорний процес Ізобарний процес Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Політропні процеси; визначення показника політропи. Визначення на T_s – діаграмі характеристик політропного процесу.
7. Другий закон термодинаміки. Поняття про рівноважні та обернені термодинамічні процеси. Перетворення теплоти в роботу в теплових двигунах. Цикл Карно.
8. Третій закон термодинаміки. Максимальна робота і термодинамічні потенціали. Загальні вираження для роботи процесу та зміна термодинамічних потенціалів системи. Характеристичні функції, їх диференціали та співвідношення Максвелла. Природні змінні характеристичних функцій і співвідношення між ними. Рівняння Гіббса-Гельмгольца. Хімічний потенціал і нерівність Гіббса. Загальні умови рівноваги термодинамічної системи. Теорема Нернста. Формулювання й аналітичне вираження третього закону термодинаміки. Практичні наслідки. Абсолютне значення ентропії.

Розділ 3

1. Теорія теплопровідності до якого увійшли визначення основних понять теорії теплопровідності; основні положення теорії теплопровідності - закон Фур'є, коефіцієнт теплопровідності, диференціальне рівняння теплопровідності, умови однозначності, граничні умови першого, другого та третього роду; теплопровідність при стаціонарному режимі - теплопровідність одношарової та багатошарової плоскої та циліндричної стінок при граничних умовах першого та третього роду, критичний діаметр теплової ізоляції; теплопровідність ребер, тепловіддача ребреної поверхні, теплопередача через ребристу стінку; теплопровідність плоскої пластини та циліндричного стержня із внутрішніми джерелами теплоти; теплопровідність при нестационарному режимі – аналітичний розв'язок задачі охолодження (нагрівання) нескінченної пластини, безрозмірне рівняння температурного поля та аналіз його розв'язку, визначення кількості теплоти, що віддається/акумулюється пластиною у процесі охолодження/нагрівання; охолодження (нагрівання) нескінченного циліндра, визначення кількості теплоти, що віддається/акумулюється циліндром у процесі охолодження/нагрівання, нестационарний процес теплопровідності в тілах кінцевих розмірів, регулярний режим охолодження/нагрівання тіл, практичне застосування регулярного режиму.
2. Теорія конвективного теплообміну в якій увійшли основні положення вчення про конвективний теплообмін, фізична сутність конвективного теплообміну, рівняння Ньютона-Ріхмана, диференціальні рівняння конвективного теплообміну: рівняння теплопровідності для потоку рухомої рідини (рівняння Фур'є-Кірхгофа), рівняння руху в'язкої рідини (рівняння Нав'є-Стокса), рівняння тепловіддачі на границі потоку рідини та стінки (рівняння Біо-Фур'є), рівняння закону збереження маси, рівняння суцільності (нерозривності) потоку, умови однозначності до диференціальних рівнянь конвективного теплообміну, основні положення теорії граничного шару; основи теорії подібності та фізичного моделювання - перетворення диференціальних рівнянь конвективного теплообміну та умов однозначності до безрозмірного вигляду, числа подібності, фізичний зміст основних чисел подібності, рівняння подібності для визначення коефіцієнтів тепловіддачі, умови подібності для процесів конвективного теплообміну, моделювання процесів конвективного теплообміну.
3. Тепловіддача в однорідному однофазному середовищі в якій увійшли теплообмін при вимушеному русі рідини уздовж плоскої поверхні; тепловіддача при вимушеній течії рідини усередині труб та каналів; тепловіддача при поперечному омиванні одиничної круглої труби; тепловіддача при поперечному омиванні

пучків труб коридорного та шахового розташування; тепловіддача при вільному русі рідини в необмеженому об'ємі, тепловіддача при вільному русі рідини в обмеженому об'ємі.

4. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини (при фазових перетвореннях) в який увійшли теплообмін при конденсації – основні положення, плівкова та краплинна конденсація, тепловіддача при плівковій конденсації пари на вертикальній поверхні, розрахункові рівняння для визначення коефіцієнта тепловіддачі при конденсації пари на вертикальних поверхнях теплообміну та горизонтальних трубах, вплив на теплообмін при конденсації наявних в парі газів, що не конденсуються, та інших факторів, теплообмін при конденсації рухомої пари всередині труб, теплообмін при конденсації пари на горизонтальних трубах та трубних пучках; теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин – механізм процесу теплообміну при бульбашковому та плівковому режимах кипіння, крива кипіння та кризи теплообміну при кипінні, тепловіддача при бульбашковому кипінні рідини у великому об'ємі, тепловіддача при бульбашковому кипінні в умовах вимушеного руху рідини в вертикальних та горизонтальних трубах.
5. Теплообмін випромінюванням в який увійшли загальні поняття, визначення та закони теплового випромінювання; баланс променевого теплообміну, теплообмін випромінюванням між тілами, розділеними діатермічним середовищем, захист від випромінювання та зниження втрат теплоти за рахунок екранів, випромінювання газів, теплообмін між газом та його оболонкою; складний теплообмін.
6. Основи розрахунку теплообмінних апаратів в який увійшли класифікація теплообмінників за принципом дії, основні схеми руху теплоносіїв, задачі розрахунку теплообмінників, проектний та повірочний розрахунки, рівняння теплового балансу та теплопередачі, визначення середнього температурного напору, порівняння теплообмінників з проточесю та протитечесю теплоносіїв, обчислення кінцевої температури теплоносіїв, порядок виконання проектного та повірочного теплових розрахунків теплообмінників

Розділ 4

1. Екологічні аспекти передачі електричної енергії. Три основні підсистеми, на які впливають лінії електропередачі: Екологічна підсистема, соціальна підсистема, економічна підсистема. Вирубка лісу й обмеження на використання земель у зоні розташування повітряних ліній електропередач. Компактні опори ліній електропередач. Екологічні аспекти передачі електроенергії повітряними лініями постійного струму.
2. Аварійні відключення повітряних ліній електропередачі, пов'язані з птахами та пташиними забрудненнями. Птахи і енергетика. Світовий досвід і вирішення проблеми. Загибель птахів на лініях електропередачі. Зіткнення птахів із проводами. Ураження птахів електричним струмом. Засоби для захисту птахів.
3. Екологічні аспекти теплоенергетики. Загальні відомості про теплоенергетику. Екологічні проблеми при роботі ТЕС. Загальні відомості про атомну енергетику. Екологічні проблеми при роботі АЕС.
4. Екологічні аспекти роботи градирень. Загальні відомості про градирні. Екологічні проблеми при використанні градирень. Утворення туману. Забруднення викидами солі. Пожежна небезпека. Механічна стійкість конструкції градирні.
5. Очищення димових газів. Поняття про виробничий пил. Очищення димових газів та вловлювання золи в циклонних пиловловлювачах. Загальні відомості про електростатичні фільтри. Будова та принцип роботи електрофільтра. Конструктивні виконання електрофільтрів. Трубчастий електрофільтр. Пластинчастий електрофільтр. Мокрі електростатичні фільтри. Розсіювання викидів на ТЕС.

6. Екологічні аспекти гідроенергетики. Загальні відомості про гідроенергетику. Різновиди ГЕС. Принцип роботи ГЕС. Гідротурбіна. Екологічні проблеми при використанні гідроенергії. Рибопропускні споруди. Різновиди рибопропускних споруд.
7. Екологічні аспекти вітроенергетики. Загальні відомості про вітроенергетику. Вплив на клімат. Питання безпеки. Естетичний вплив. Шум. Вплив вітряних електростанцій на загибель птахів. Вплив вітряних електростанцій на загибель кажанів.
8. Екологічні аспекти сонячної енергетики. Загальні відомості про сонячну енергетику. Типи сонячних електростанцій. Сонячні електростанції, що використовують фотоелектричні батареї. Виробництво і утилізація сонячних батарей. Шкода навколишньому середовищу. Сонячні електростанції баштового типу.

1.2. Порядок проведення додаткового вступного випробування

Додаткове вступне випробування проводиться у вигляді письмової роботи. Кожен білет містить чотири теоретичні запитання. Для випробування передбачено 50 екзаменаційних білетів, сформованих з наведеного вище переліку тем.

Термін виконання випробування становить 3 академічні години (135 хвилин) без перерви. Після написання роботи предметна комісія перевіряє її та виставляє оцінку згідно з критеріями оцінювання.

Методика проведення вступного випробування наступна. Члени комісії інформують вступників про порядок проведення та оформлення робіт з додаткового вступного випробування видають вступникам екзаменаційні білети з відповідними варіантами та заздалегідь роздруковані підписані листи для написання робіт. Надалі в ці листи вступники записують письмові відповіді на питання екзаменаційного білету і наприкінці зазначають дату та ставлять особистий підпис.

На організаційну частину випробування (пояснення по проведенню, оформленню і критеріям оцінювання, видачі білетів і листів для написання роботи) відводиться 10 хвилин від усього часу іспиту, на відповіді на кожне з чотирьох питань екзаменаційного білету вступнику надається по 30 хвилин і на заключну частину (збір білетів і письмових робіт у вступників членами комісії) – 5 хвилин.

Після закінчення етапу написання вступного випробування, проводиться перевірка відповідей та їх оцінювання всіма членами комісії. Члени предметної комісії приймають спільне рішення щодо виставлення оцінки на відповідь до кожного з питань екзаменаційного білету. Ці оцінки виставляються на аркуші з відповідями студента.

Підведення підсумку додаткового вступного випробування здійснюється шляхом занесення балів в екзаменаційну відомість. Ознайомлення студента з результатами додаткового вступного випробування проводиться згідно з правилами прийому до університету.

1.3. Допоміжні матеріали для складання

Під час складання додаткового вступного випробування заборонено використання допоміжної літератури та інших допоміжних матеріалів та засобів.

1.4. Рейтингова система оцінювання (PCO)

Під час складання додаткового вступного випробування вступники виконують письмову контрольну роботу. Кожний екзаменаційний білет містить чотири теоретичні питання. Усі чотири завдання рівнозначні.

В залежності від повноти і правильності відповіді на питання вступник отримує:

23...25	балів за	91...100 %	правильної відповіді
20...22	балів за	81...90 %	правильної відповіді
17...19	балів за	71...80 %	правильної відповіді
14...16	балів за	61...70 %	правильної відповіді
11...13	балів за	51...60 %	правильної відповіді
9...10	балів за	41...50 %	правильної відповіді
7...8	балів за	31...40 %	правильної відповіді
5...6	балів за	21...30 %	правильної відповіді
3...4	балів за	11...20 %	правильної відповіді
1...2	балів за	5...10 %	правильної відповіді
0	балів за	0...5 %	правильної відповіді

Правильною відповіддю в даному контексті вважається повне і адекватне висвітлення питання згідно з програмою.

У відповідях на теоретичні завдання екзаменаційного білета оцінюють:

- повноту розкриття питання;
- уміння чітко формулювати визначення понять/термінів та пояснювати їх;
- здатність аргументувати відповідь;
- аналітичні міркування, порівняння, формулювання висновків;
- акуратність оформлення письмової роботи.

Загальна оцінка за вступне випробування обчислюється як арифметична сума балів за всі чотири відповіді на запитання екзаменаційного білету. Таким чином, згідно з рейтинговою системою оцінювання, за результатами вступного випробування вступник може набрати від 0 до 100 балів.

Вступники, результати додаткового вступного випробування яких за шкалою PCO складають від 60 до 100 балів, отримують оцінку "зараховано" і допускаються до складання вступного іспиту зі спеціальності.

Вступники, результати додаткового вступного випробування яких за шкалою PCO складають від 0 до 59 балів, отримують оцінку "не зараховано" і не допускаються до участі в наступних вступних випробуваннях і в конкурсному відборі.

1.5. Приклад типового завдання додаткового вступного випробування

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Освітній ступінь	доктор філософії
Спеціальність	G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)
Освітня програма	Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика
Іспит	Додаткове вступне випробування

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Закон Ома для довільної ділянки кола та для замкненого контуру.
2. Перший закон термодинаміки, як форма закону збереження енергії.
3. Поняття теплоємності тіла: масова, об'ємна й мольна теплоємності.
4. Термодинамічний метод аналізу. Види енергії та форми обміну енергією.

Затверджено на засіданні НМКУ
протокол № ____ від ____ 2026 р.

Гарант освітньої програми

Василь БУДЬКО

2. ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

1. Особи, які без поважних причин не з'явилися на вступні випробування у визначений розкладом час, особи, знання яких було оцінено балами нижче встановленого рівня, до участі в наступних вступних іспитах і в конкурсному відборі не допускаються.
2. Перескладання вступних випробувань не допускається.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.1 Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 2004.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.2 Електрика і магнетизм. - К.: Техніка, 2004.
3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.3 Оптика. Квантова фізика. - К.: Техніка, 2004.
4. Фізика (Фізика для інженерів): Підручник / І.Ф.Скіцько, О.І.Скіцько: Київ: НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 513 с.
5. Дубровська В.В. Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб. / Автори: В.В. Дубровська,

В.І.

6. Тепломасообмін. Частина І : навчальний посібник / О. Ю. Співак, Н. В. Резидент. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 113 с.
7. Тепломасообмін. Основні поняття теплопровідності. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи [Електронний ресурс] : методичні вказівки для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. І. Е. Фуртат. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,43 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 17 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65159>
8. Промислова екологія. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Є. О. Троценко, Ю. В. Перетятко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,25 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 86 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47714>

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

д.т.н., проф. каф. ВДЕ, ФЕА



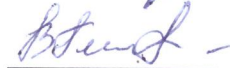
Василь БУДЬКО

д.т.н., проф. каф. ВДЕ, ФЕА



Степан КУДРЯ

д.т.н., проф. каф. ВДЕ, ФЕА



Володимир ГОЛОВКО