

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую



Голова Приймальної комісії

Ректор

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

підпис

28.03.2025 р.

дата

ПРОГРАМА

додаatkового вступного випробування

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії

«Енергетичне машинобудування»

за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізаціями)

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю

G4 Енерговиробництво (за спеціалізаціями)

Протокол № 4 від 24 березня 2025 р.

Голова НМКУ

Євген ПИСЬМЕННИЙ

ВСТУП

Програма визначає форму організації, зміст та особливості проведення додаткового вступного випробування на освітньо-наукову програму підготовки докторів філософії «Енергетичне машинобудування» за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізаціями) 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 «Енергетичне машинобудування» за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізаціями).

1. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

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

Розділ 1 Гідрогазодинаміка

1. Сили і напруження, що діють в суцільних середовищах. Фізичні властивості, термодинамічні та гідромеханічні моделі рідин і газів.
2. Методи вивчення руху, кінематичні поняття й характеристики руху частинок рідини і потоків.
4. Кінематичні методи й поняття при вивченні руху рідин і газів. Модель руху частинки рідини. Теорема Коші-Гельмгольца.
5. Кінематичні теореми: теорема Стокса та теорема Гельмгольца.
6. Тензор напружень та рівняння руху рідини в напруженнях. Закони збереження моменту імпульсу та енергії. Основи газостатики.
7. Рівняння руху ідеальної рідини, початкові й крайові умови, основні інтеграли. Модель ідеальної рідини. Диференціальні рівняння руху ідеальної рідини Л.Ейлера; початкові та крайові умови. Застосування законів збереження щодо одновимірних рухів нестисливої рідини.
8. Енергетичний баланс одновимірних течій. Гідравлічні опори. Витікання нестисливої рідини. Гідравлічний удар.
9. Кінематика потенційних течій. Динаміка потенційних течій.
10. Диференціальні рівняння руху Нав'є–Стокса та елементи теорії подібності й моделювання гідро- газодинамічних явищ. Ламінарна та турбулентна течії.
11. Основні характеристики пограничного шару, його види, фізичні та математичні моделі.
12. Одновимірні течії газу. Стрибки ущільнення.

Розділ 2 Технічна термодинаміка

1. Основні визначення і поняття технічної термодинаміки. Термічні параметри стану. Основні термодинамічні процеси. Закони ідеального газу. Рівняння стану для ідеального газу. Калоричні параметри стану. Параметри процесу.
2. Перший закон термодинаміки для закритих систем. Дві форми запису першого закону термодинаміки.
3. Теплоємність. Визначення теплоємності за молекулярно-кінетичною теорією та за допомогою таблиць. Теплоємність суміші газів.
4. Формулювання другого закону термодинаміки. Цикл Карно. Теореми Карно.

- Ентропія і другий закон. Ентропія і термодинамічна вірогідність. Основна термодинамічна тотожність – об'єднання першого і другого законів термодинаміки.
5. Основні математичні методи. Рівняння Максвелла. Частинні похідні внутрішньої енергії та ентальпії. Диференціальні рівняння для теплоємності.
6. Алгоритм аналізу будь-якого термодинамічного процесу. Ізохорний процес. Ізобарний процес. Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Політропний процес і його узагальнююче значення. Основні групи термодинамічних процесів.
7. Загальні властивості реальних газів. Таблиці і діаграми для газів і рідин. Термодинамічні процеси з реальними газами.
8. Поняття про вологе повітря. Характеристики вологого повітря. Діаграма вологого повітря. Розрахунки процесів у вологому повітрі.
9. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Витікання газів і пари. Дроселювання газів і пари. Нагнітання газів і пари. Ежектування.
10. Класифікація циклів теплових машин. Простий ідеальний цикл ТСУ. Реальний простий цикл ТСУ.
11. Цикли ДВЗ і реактивних двигунів. Цикли ГТУ і методи підвищення їх ефективності. Простий паросиловий цикл. Удосконалення циклів ПСУ. Термодинамічні основи теплофікації.
12. Загальні відомості про холодильні та теплонасосні установки. Цикли повітряної та парокомпресорної холодильних установок. Теплонасосні установки.
13. Ексергія – міра якості енергоресурсів. Вплив необоротності на втрати ексергії.

Розділ 3 Теорія теплообміну

1. Поняття теплопровідності. Температурне поле. Температурний градієнт. Вектор густини теплового потоку.
2. Закон Фур'є і коефіцієнт теплопровідності.
3. Диференціальні рівняння теплопровідності і його окремі випадки.
4. Математичний опис процесу теплопровідності. Закон Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі.
5. Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі.
6. Теплопровідність та теплопередача плоскої та багат шарової плоскої стінки.
7. Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти.
8. Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі. Плоска стінка. Критичний діаметр циліндричної стінки. Вибір матеріалу ізоляції. Інтенсифікація теплообміну за рахунок обрешітки.
9. Теплопровідність при нестационарному тепловому режимі. Нестационарна теплопровідність пластини і циліндру без внутрішніх джерел теплоти.
10. Фізичні основи процесу теплопередачі. Конвективний теплообмін. Математичний опис процесів конвективного теплообміну.
11. Основи теорії подібності фізичних явищ. Теореми подібності. Фізичний зміст чисел подібності. Використання теорії подібності при опису явища тепловіддачі. Рівняння подібності.
12. Основи теорії пограничного шару. Методи теорії пограничного шару.
13. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні тіл. Тепловіддача при течії на пластині.
14. Тепловіддача при примусовій течії рідини в трубах і каналах.
15. Тепловіддача при поперечному обтіканні циліндру. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні пучків гладких труб.
16. Тепловіддача при вільній конвекції. Тепловіддача при вільній конвекції в необмеженому просторі. Тепловіддача при вільній конвекції в обмеженому просторі.
17. Теплообмін при кипінні. Внутрішні характеристики кипіння. Інтенсифікація

теплообміну при кипінні у великому об'ємі. Інтенсивність тепловіддачі при кипінні.
18. Теплообмін при конденсації. Особливості течії та теплообміну при конденсації на поверхні. Інтенсивність тепловіддачі при конденсації.
19. Теплообмін випромінюванням. Закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між тілами. Теплообмін в поглинаючих і випромінюючих середовищах.

Розділ 4 Парові та водогрійні котли

1. Паровий котел в технологічній схемі процесу генерації пари. Класифікація парових котлів. Конструктивні схеми парових котлів. Поверхні нагріву парових котлів.
2. Елементарний склад палива. Характеристики палива. Продукти згоряння органічного палива. Тепловий баланс і ККД парового котла.
3. Шарове спалювання твердого палива. Шарові та шахтні топки. Камерне спалювання органічного палива. Спалювання твердого палива у киплячому шарі. Камерні топки.
4. Спалювання газового, рідкого і твердого палива.
5. Пальникові пристрої і їх компонування. Геометричні і радіаційні характеристики топкових камер.
6. Гідродинаміка пароводяної суміші в парових котлах з природньою циркуляцією. Надійність роботи контурів природньої циркуляції. Примусовий рух води і пари в трубах котлів. Теплогидравлічні розвірки. Гидравлічні схеми пароперегрівників. Регулювання температури перегрітої пари.
7. Пилоприготування. Підготовка рідкого палива.
8. Однobarабанні котли. Водогрійні котли для покриття пікової теплової потужності, опалювальні водогрійні котли.
9. Металоконструкції, арматура і гарнітура котлів. Очистка поверхонь нагріву від зовнішніх забруднень та внутрішніх відкладень.
10. Методика аеродинамічного розрахунку тракту димових газів котельної установки.
11. Умови роботи поверхонь нагріву парового котла. Розрахунки на міцність основних елементів парового котла.

1.2. Порядок проведення додаткового вступного випробування

Додаткове вступне випробування проводиться у вигляді письмової роботи. Кожен білет містить чотири теоретичні запитання. Для випробування передбачено 20 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 РСО 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 РСО 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 спеціалізаціями)
Освітня програма	Енергетичне машинобудування
Іспит	Додаткове вступне випробування

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Пояснити сутність використання еквівалентного циклу Карно для оцінки ефективності роботи теплових двигунів.
2. Розкрити поняття коефіцієнту тепловіддачі. Проаналізувати вплив різних факторів на інтенсивність тепловіддачі.
3. Провести аналіз гідравлічних опорів при течії рідини в каналах. Формула Дарсі.
4. Обґрунтувати вибір вентилятора парового котла.

Затверджено на засіданні НМКУ
протокол № 4 від 24 березня 2025 р.

Гарант освітньої програми



Валерій ТУЗ

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. Турик В.М. Гідрогазодинаміка. Курс лекцій [Ел. ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика, КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 145 с.

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41225>

2. Вамболь С.О., Міщенко І.В., Кондратенко О.М. Технічна механіка рідини і газу: підручник. Х. : НУЦЗУ, 2016. – 300 с. http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/1102/ychebnik.pdf
3. Буляндра, О. Ф. Технічна термодинаміка : підруч. для студентів енерг. спец. вищ. навч. закладів. К.: Техніка, 2001. – 320 с. <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/853>
4. Чеботарьов В.О., Беркута А.Д. Технічна термодинаміка. - К: Вища шк., 1969.- 280 с.
5. Погорелов А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку): навч. Посібник для вузів, 4-те видання, виправлене. Львів: Новий світ-2000, 2006. – 144 с. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Pogorelov_2006_144.pdf
6. Константинов С.М. Теплообмін: підручник. К.: ВПІ ВПІК «Політехніка»: Ірнес, 2005. – 304 с. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Konstantinov_2005_304.pdf
7. Шевель Є.В., Воробйов М.В. Теплообмін при кипінні. Навчальний посібник з дисципліни «Теплообмін при фазових перетворюваннях і випромінюванні» [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів які навчаються за спеціальностями 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,68 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 57 с.
8. Шевель Є. В., Воробйов М.В. Теплообмін при конденсації. Навчальний посібник з дисципліни «Теплообмін при фазових перетворюваннях і випромінюванні» [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів які навчаються за спеціальностями 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика, КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 2,94 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 33 с.
9. Ткаченко С. Й. Котельні установки : навчальний посібник / С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с.
10. Степанов Д. В. Корженко Є.С. Боднар Л. А. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2011. – 120 с.

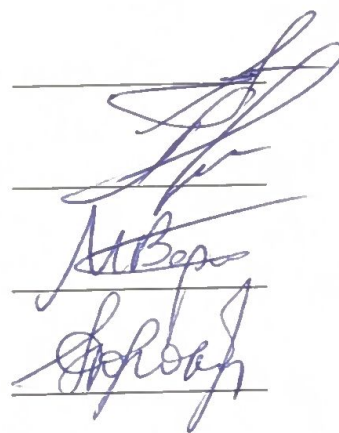
РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

д.т.н., проф. каф. АЕ, НН ІАТЕ

к.т.н., доц. каф. АЕ, НН ІАТЕ

к.т.н., доц. каф. АЕ, НН ІАТЕ

д.т.н., проф. каф. АЕ, НН ІАТЕ



Валерій ТУЗ

Наталія ЛЕБЕДЬ

Микита ВОРОБЙОВ

Наталія СОРОКОВА