

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова Предметної комісії  
Гарант освітньої програми



Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

**ПОГОДЖЕНО**

Проректор з навчальної роботи



Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО



**ПРОГРАМА ДОДАТКОВОГО  
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ  
для здобуття наукового ступеня доктор філософії**

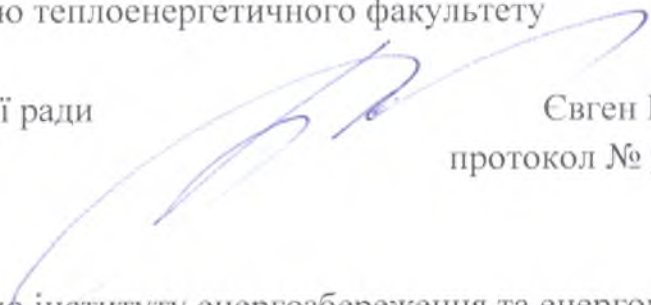
**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 14 Електрична інженерія  
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 144 Теплоенергетика**

*Програму рекомендовано вченими радами теплоенергетичного факультету  
та інституту енергозбереження та енергоменеджменту*

**ПРОГРАМУ РЕКОМЕНДОВАНО:**

Вченою радою теплоенергетичного факультету

Голова вченої ради

  
Євген ПИСЬМЕННИЙ  
протокол № 9 від «24» «лютого» 2021 р.

Вченою радою інституту енергозбереження та енергоменеджменту

Голова вченої ради

  
Сергій ДЕНИСІУК  
протокол № 9 від «26» «02» 2021 р.

## ЗМІСТ

1. Загальні відомості	3
2. Теми, що виносяться на екзаменаційне випробування	3
3. Навчально-методичні матеріали	6
4. Рейтингова система оцінювання рівня підготовки вступників	7
5. Приклад екзаменаційного білету	8

## **1. Загальні відомості**

Мета додаткового вступного випробування – визначення відповідності вступників, які отримали освіту за іншими спеціальностями теоретичній і практичній підготовці за спеціальністю «Теплоенергетика».

Додаткове вступне випробування проводиться у вигляді комплексного іспиту з базових дисциплін спеціальності «Теплоенергетика»: «Гідрогазодинаміка», «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін». Вступники повинні продемонструвати і підтвердити відповідний рівень теоретичних та практичних знань з даних дисциплін.

Додаткове вступне випробування проводиться письмово його тривалість складає дві академічні години (90 хвилин) без перерви. Білет обирається вступником за сліпим жеребом, і включає питання з кожної дисципліни програми додаткового вступного випробування. Теоретичне питання відповідно до програми додаткового вступного випробування передбачає змістовне розкриття поставленого завдання. Виконання практичного завдання має складатися з постановочної частини задачі, яка в разі необхідності супроводжується пояснювальними рисунками, запису основних розрахункових співвідношень, виконання чисельного рішення і обґрунтованого аналізу отриманих результатів.

Додаткове вступне випробування оцінюється за шкалою «зараховано», «незараховано». Особи, знання яких на додаткових вступних випробуваннях були оцінені як «незараховано», до участі в наступних вступних випробуваннях і в конкурсному відборі не допускаються і на навчання не зараховуються, незалежно від інших конкурсних показників.

## **2. Теми, що виносяться на екзаменаційне випробування**

### **2.1. Гідрогазодинаміка**

Сили й напруження, що діють в суцільних середовищах. Фізичні властивості, термодинамічні та гідромеханічні моделі рідин і газів.

Методи вивчення руху, кінематичні поняття й характеристики руху рідких частинок і потоків.

Кінематичні методи й поняття при вивченні руху рідин і газів. Модель руху рідкої частинки. Теорема Коші-Гельмгольца Кінематичні теореми – Стокса та друга Гельмгольца.

Тензор напружень та рівняння руху рідини в напруженнях. Закони збереження моменту імпульсу та енергії. Основи газостатики.

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.

Енергетичний баланс одновимірних течій. Гідравлічні опори. Витікання нестисливої рідини. Гідравлічний удар.

Кінематика потенціальних течій. Динаміка потенціальних течій.

Диференційні рівняння руху Нав'є–Стокса та елементи теорії подібності й моделювання гідро- газодинамічних явищ. Ламінарна та турбулентна течії.

Основні характеристики примежового шару, його види, фізичні та математичні моделі. Одновимірні течії газу. Стрибки ущільнення.

## 2.2. Технічна термодинаміка

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.

Перший закон термодинаміки для закритих систем. Дві форми запису першого закону термодинаміки. Теплоємність. Визначення теплоємності за молекулярно-кінетичною теорією та за допомогою таблиць. Теплоємність суміші газів.

Формулювання другого закону термодинаміки. Цикл Карно. Теорема Карно. Ентропія і другий закон. Ентропія і термодинамічна вірогідність. Основна термодинамічна тотожність – об'єднання першого і другого законів термодинаміки.

Основні математичні методи. Рівняння Максвела. Частинні похідні внутрішньої енергії та ентальпії. Диференціальні рівняння для теплоємності.

Алгоритм аналізу будь-якого термодинамічного процесу. Ізохорний процес. Ізобарний процес. Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Політропний процес і його узагальнююче значення. Основні групи термодинамічних процесів.

Загальні властивості реальних газів. Таблиці і діаграми для газів і рідин. Термодинамічні процеси з реальними газами. Поняття про вологе повітря. Характеристики вологого повітря. Діаграма вологого повітря. Розрахунки процесів у вологому повітрі. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Витікання газів і пари. Дроселювання газів і пари. Нагнітання газів і пари. Ежектування.

Класифікація циклів теплових машин. Простий ідеальний цикл ТСУ. Реальний простий цикл ТСУ. Цикли ДВЗ і реактивних двигунів. Цикли ГТУ і методи підвищення їх ефективності. Простий паросиловий цикл. Удосконалення циклів ПСУ. Термодинамічні основи теплофікації.

Загальні відомості про холодильні та тепло насосні установки. Цикли повітряної та парокомпресійної холодильних установок. Теплонасосні установки.

Ексергія – міра якості енергоресурсів. Вплив необоротностей на втрати ексергії.

### **2.3. Тепломасообмін**

Поняття теплопровідності. Температурне поле. Температурний градієнт. Вектор щільності теплового потоку. Закон Фур'є і коефіцієнт теплопровідності. Диференційні рівняння теплопровідності і його окремі випадки. Математичний опис процесу теплопровідності. Закон Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі.

Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі. Теплопровідність та теплопередача плоскої та багатоплощинної плоскої стінки. Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти.

Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі. Плоска стінка. Критичний діаметр циліндричної стінки. Вибір матеріалу ізоляції. Інтенсифікація теплообміну за рахунок оребрення.

Теплопровідність при нестационарному тепловому режимі. Нестационарна теплопровідність пластини і циліндру без внутрішніх джерел тепла.

Фізичні основи процесу теплопередачі. Конвективний теплообмін. Математичний опис процесів конвективного теплообміну.

Основи теорії подібності фізичних явищ. Теореми подібності. Фізичний зміст чисел подібності. Використання теорії подібності при описанні явища тепловіддачі. Рівняння подібності.

Основи теорії пограничного шару. Методи теорії пограничного шару. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні тіл. Тепловіддача при течії на пластині. Тепловіддача при примусовій течії рідини в трубах і каналах. Тепловіддача при поперечному обтіканні циліндру. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні пучків гладких труб. Тепловіддача при вільній конвекції. Тепловіддача при вільній конвекції в необмеженому просторі. Тепловіддача при вільній конвекції в обмеженому просторі.

Теплообмін при кипінні. Внутрішні характеристики кипіння. Інтенсивність теплообміну при кипінні у великому об'ємі. Інтенсивність тепловіддачі при кипінні.

Теплообмін при конденсації. Особливості течії та теплообміну при конденсації на поверхні.

Інтенсивність тепловіддачі при конденсації.

Теплообмін випромінюванням. Закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між тілами. Теплообмін в поглинаючих і випромінюючих середовищах.

### **3. Навчально-методичні матеріали**

#### **Основна література**

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1987. – 840 с.
2. Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика. – М.: Машиностроение, 1987. – 440 с.
3. Войткунский Я.И., Фаддеев Ю.И., Федяевский К.К. Гидромеханика. – Л.: Судостроение, 1982. – 456 с.
4. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейдлин А.Е. Техническая термодинамика: Учебник - 4-е изд., перераб.- М.: Энергоатомиздат, 1983.-416с.
5. Зубарев В.Н., Александров А.А., Охотин В.С. Практикум по технической термодинамике. Учебное пособие.- 3-е изд., перераб. -М.: Энергоатомиздат, 1986. - 304 с.
6. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. – К.: Техніка, 2001. – 315 с.
7. Михеев М.А. Основы теплопередачи/ М.А.Михеев, И.Н.Михеева – М: Энергия – 1977 – 325 с.
8. Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалев С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. М: Энергоатомиздат, 1986 г.
9. Галин Н.М., Кириллов П.Л. Тепло-массообмен (в ядерной энергетике). М: Энергоатомиздат, 1987 г.
10. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче/ Е.А.Краснощеков, А.С.Сукомел – М: Энергия – 1980 – 288с.

#### **Додаткова література**

1. Бэр Г.Д. Техническая термодинамика. - М.: Мир, 1977. -518 с.
2. Теплотехника: учеб. для вузов/ В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.Н. Камфор и др. под. ред. В.Н. Луканина – 2 изд перераб. – М.: Высш. шк., 2000 – 671 с.: ил.
3. Б.Х. Драганов, А.А. Долінський, А.В. Міщенко, Є.М. Письменний. Теплотехніка: Підручник -Київ: «Інкос», 2005 р. 504 с.
4. Константинов С. Технічна термодинаміка. – К.: Політехніка, 2001, - 377 с.
5. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков Б.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам. М.; Энергоиздат, 1984.
6. Богданов С.Н. и др. Теоретические основы хладотехники. Тепломассообмен. М.: Агропромиздат, 1986 г.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Для виконання практичного завдання вступного випробування передбачено використання довідкового матеріалу (таблиці властивостей, графіки, номограми) та інженерних калькуляторів.

### 4. Рейтингова система оцінювання рівня підготовки вступників

Початковий рейтинг абітурієнта за екзамен розраховується виходячи із 100-бальної шкали. При визначенні загального рейтингу вступника початковий рейтинг за екзамен перераховується у 200-бальну шкалу за таблицею відповідності.

Початковий рейтинг (чисельний еквівалент оцінки з вступного випробування  $\Phi$ ) враховує рівень знань і умінь, які вступник виявив при виконанні вступного випробування. Кількість балів, набраних на іспиті ( $\Phi$ ), формується як середньоарифметична сума балів, нарахованих вступнику за виконання кожного завдання комплексного вступного випробування. Теоретичне питання відповідно до програми вступних випробувань передбачає змістовне і обґрунтоване розкриття поставленого завдання. Загалом білет містить три завдання, які обираються вступником за сліпим жеребом.

Оцінювання кожного завдання виконується за рейтинговою системою згідно таблиці:

Характер виконання завдання	Кількість рейтингових балів
Вступник змістовно і обґрунтовано розкрив теоретичне питання (не менше 95% потрібної інформації). Допускається одне незначне виправлення.	100...95
Вступник змістовно розкрив теоретичне питання, але обґрунтування виконано недостатньо (не менше 85% потрібної інформації). Допускається два незначних виправлення.	94...85
Вступник змістовно розкрив теоретичне питання (не менше 75% потрібної інформації). Допускається три незначних виправлення.	84...75
Вступник розкрив теоретичне питання (не менше 65% потрібної інформації). Допускається чотири незначних виправлення.	74...65
Вступник розкрив теоретичне питання, але недостатньо (не менше 60% потрібної інформації). Допускається п'ять незначних виправлень.	64...60
Вступник не розкрив теоретичне питання (менше 60% потрібної інформації), чи надав відповідь, яка не відповідає сутності завдання. Кількість виправлень – більше п'яти.	Менше 60

При виконанні вимог, наведених в колонці «Характер виконання завдання», вступник має змогу отримати максимальну кількість балів з діапазону, вказаного в тому ж рядку в колонці «Кількість балів», за умови відсутності штрафних балів. Штрафні бали можуть нараховуватись за наступне:



- порушення логічної послідовності викладення матеріалу 2...5 штрафних балів;

- окремі, дещо нечіткі формулювання, які допускають неоднозначні тлумачення 3 штрафний бал за кожне таке формулювання;

- порушення масштабу при зображеннях залежностей на графіках, відсутність позначень величин на осях графіків 1 штрафний бал за кожний з вказаних недоліків; стилістичні та граматичні помилки 1 штрафний бал за кожну з помилок;

- неохайно написаний текст відповіді зі значною кількістю виправлень, що суттєво ускладнює сприйняття відповіді 2...5 штрафних балів.

Загальний показник  $\Phi$  початкового рейтингу визначається, як середньоарифметичне значення балів, нарахованих вступнику за окремі завдання вступного випробування. Для випробування, яке складається із 3-х завдань:  $\Phi = (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3) / 3$ .

Для переведення сумарного рейтингу  $\Phi$  у традиційні оцінки слід користуватися таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Зараховано
94...85	Зараховано
84...75	Зараховано
74...65	Зараховано
64...60	Зараховано
Менше 60	Не зараховано

Початковий рейтинг  $\Phi$  переводиться до 200- бальної шкали згідно з таблицею:

Таблиця відповідності оцінок рейтингової системи оцінювання (PCO, 60...100) балам 200-бальної шкали (100...200)

Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

## 5. Приклад екзаменаційного білету

Форма № Н-5.05

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Освітній рівень доктор філософії  
Спеціальність 144 Теплоенергетика  
Навчальна дисципліна Вступний іспит  
Екзаменаційний білет №\_\_

1. Питання 1.
2. Питання 2.
3. Питання 3.

Затверджено

Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

## РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

*Ольга ЧЕРНОУСЕНКО*

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплоенергетичних установок теплових та атомних електростанцій теплоенергетичного факультету

*Геннадій ВАРЛАМОВ*

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної і промислової теплотехніки теплоенергетичного факультету

*Валерій ДЕШКО*

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплотехніки та енергозбереження інституту енергозбереження та енергоменеджменту

*Віталій ПЕШКО*

кандидат технічних наук, доцент кафедри теплоенергетичних установок теплових та атомних електростанцій теплоенергетичного факультету

*Ірина ФУРТАТ*

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної і промислової теплотехніки теплоенергетичного факультету

*Віктор ШКЛЯР*

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплотехніки та енергозбереження інституту енергозбереження та енергоменеджменту