

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Теплоенергетичного факультету

Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2017 р.

Голова Вченої ради

\_\_\_\_\_ Є.М.Письменний

М.П.

## ПРОГРАМА

додаткового фахового випробування для вступу  
на освітньо-професійну програму підготовки магістра  
**спеціальності 144 Теплоенергетика**  
**по спеціалізації Теплофізика**

Програму рекомендовано кафедрою

атомних електричних станцій і

інженерної теплофізики

Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2017 року

Завідувач кафедри АЕС і ІТФ

\_\_\_\_\_ В.О.Туз

## ВСТУП

Додаткове вступне випробування проводиться тільки для вступників, напрям підготовки (спеціальність, бакалаврат) яких не відповідає обраній для вступу на 5-й курс спеціальності.

Метою додаткового вступного випробування є виявлення достатнього рівня вступника в області напряму підготовки (спеціальності) обраної для вступу спеціалізації.

Додаткове вступне випробування проводиться у вигляді комплексного іспиту з наступних дисциплін «Тепломасообмін», «Теплогідравлічні процеси в енергетичних установках», «Теплообмінні апарати».

Додаткове вступне випробування проводиться письмово його тривалість складає дві академічні години (90 хвилин) без перерви. Білет містить чотири завдання, які обираються вступником за сліпим жеребом, і включає питання з кожної дисципліни програми комплексного фахового випробування. Теоретичне питання відповідно до програми вступних випробувань 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 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.

## Дисципліна “Тепломасообмін”

### 1. ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ

#### **Тема 1.1. Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі**

Поняття теплопровідності. Температурне поле. Температурний градієнт. Вектор густини теплового потоку. Закон Фур'є і коефіцієнт теплопровідності. Диференційні рівняння теплопровідності і його окремі випадки. Математичний опис процесу теплопровідності. Закон Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Конкретні задачі теплопровідності. Теплопровідність плоскої стінки. Контактний термічний опір. Методи зниження контактного опору. Теплопровідність багат шарової плоскої стінки. Теплопровідність одношарової циліндричної стінки при граничних умовах I роду. Теплопровідність багат шарової циліндричної стінки при граничних умовах I роду. Теплопередача через плоску стінку. Коефіцієнт теплопередачі. Рівняння теплопередачі. Теплопередача через багат шарову плоску стінку. Теплопередача через одношарову циліндричну стінку. Лінійний коефіцієнт теплопередачі. Лінійний термічний опір теплопередачі. Теплопередача через багат шарову циліндричну стінку. Теплопровідність сферичної стінки при граничних умовах I роду. Теплопровідність пластини при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти. Температурне поле пластини при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти. Теплопровідність циліндра при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти. Температурне поле циліндра при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти.

(1), стор. 44-50, 15-20, 12-13, 27-30, 37-44, 40-43. (2), стор. 20-25, 31-35. (3), стор. 7-8, 17-23, 31-35, 30-38. (4), стор. 27-28, 23-28, 29-32. (6), стор. 27-32.

#### **Тема 1.2. Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі**

Способи зміни інтенсивності теплопередачі. Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі. Плоска стінка. Критичний діаметр циліндричної стінки. Вибір матеріалу ізоляції. Шляхи інтенсифікації теплопередачі. Термічний опір теплопередачі. Можливості

зниження термічного опору теплопередачі. Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі. Інтенсифікація теплообміну за рахунок оребрення. Типи оребрення. Диференційне рівняння теплопровідності прямого ребра довільного профілю. Пряме ребро прямокутного профілю. Теплопровідність прямого ребра прямокутного профілю. Коефіцієнт ефективності ребра. Ребриста плоска стінка. Теплопередача через ребристу плоску стінку. Умови вигідності оребрення. Теплопровідність кільцевого або шайбового ребра постійної товщини. Метод приблизного розрахунку коефіцієнта ефективності ребра круглого профілю.

(1), стор. 50-65, 67-70, 70-75, 70-80, 77-81, 77-89, 89-93. (3), стор. 36-39. (4), стор. 57-68.

### **Тема 1.3. Теплопровідність при нестационарному тепловому режимі**

Фізичні основи процесу нестационарної теплопровідності. Нестационарна теплопровідність пластини без внутрішніх джерел тепла. Диференційне рівняння, яке описує температурне поле при нестационарній теплопровідності пластини без внутрішніх джерел тепла. Аналіз рішення диференційного рівняння, яке описує температурне поле при нестационарній теплопровідності пластини без внутрішніх джерел тепла. Нестационарна теплопровідність циліндру без внутрішніх джерел тепла. Диференційне рівняння, яке описує температурне поле при нестационарній теплопровідності циліндру без внутрішніх джерел тепла. Аналіз рішення диференційного рівняння, яке описує температурне поле при нестационарній теплопровідності циліндру без внутрішніх джерел тепла.

(2), стор. 107-125, 128, 127-130

## **2. КОНВЕКТИВНИЙ ТЕПЛООБМІН**

### **Тема 2.1. Фізичні основи процесу теплопередачі**

Фізичні основи процесу теплопередачі. Конвективний теплообмін. Закон Ньютона-Ріхмана і коефіцієнт тепловіддачі. Поняття про пограничний шар. Ламінарна та турбулентна течія. Механізм переносу теплоти від газу до стінки при ламінарній та турбулентній течії. Вплив різноманітних факторів на величину коефіцієнта тепловіддачі. Математичний опис процесів конвективного теплообміну. Диференційне рівняння енергії. Диференційне рівняння руху. Умови однозначності при описанні процесів конвективного теплообміну. Рівняння руху та енергії для турбулентного режиму руху рідини. Способи отримання розрахункових формул для визначення коефіцієнта тепловіддачі.

(2), стор. 41-45. (3), стор. 47-50, 51-56, 57-60. (4), стор. 67-69, 77-79.

### **Тема 2.2. Основи теорії подібності фізичних явищ**

Основні поняття та визначення теорії подібності. Фізична основа теорії подібності. Інваріант подібності. Однойменні величини. Константи подібності. Теореми подібності. Аналогічні явища. Властивість констант подібності. Перша теорема подібності. Друга теорема подібності. Третя теорема подібності. Фізичний зміст чисел подібності. Число Нусельта. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Ейлера. Число Прандтля. Число Стентона. Використання теорії подібності до явища тепловіддачі. Рівняння подібності.

(1), стор. 147-150, 97-99. (2), стор. 141-145. (3), стор. 87-90. (4), стор. 100-110.

### **Тема 2.3. Основи теорії пограничного шару**

Вступ в теорію пограничного шару. Диференційне рівняння динамічного пограничного шару. Методи теорії пограничного шару. Диференційні рівняння пограничного шару. Рішення диференційного рівняння динамічного пограничного шару. Оцінка порядку членів, що входять до рівняння.

### **Тема 2.4. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні тіл**

Тепловіддача при течії на пластині. Вплив “зовнішньої” турбулентності, неізотермічності, поздовжнього градієнту тиску на пластині на перехід ламінарної течії у турбулентну. Перехід ламінарної течії у турбулентну на пластині. Тепловіддача пластини при ламінарній течії потоку. Тепловіддача пластини при турбулентній течії потоку. Визначення середнього коефіцієнту тепловіддачі при турбулентній течії теплоносія на пластині. Тепловіддача при зовнішньому

обтіканні тіл різноманітної форми. Тепловіддача при поперечному обтіканні циліндру. Вплив на тепловіддачу кута атаки. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні пучків гладких труб.

(1), стор. 227-230, 234-240. (2), стор. 144-150, 211-215, 311-315. (3), стор. 97-108. (4), стор. 237-248.

### **Тема 2.5. Тепловіддача при примусовій течії рідини в трубах і каналах**

Особливості течії та теплообміну в трубах. Особливості течії рідини з постійними фізичними властивостями. Особливості теплообміну. Особливості ламінарної неізотермічної течії. Теплообмін при різних режимах течії рідини в трубах. В'язкістно- гравітаційний режим течії рідини в трубах. Тепловіддача при ламінарному режимі течії рідини в трубах. Рівняння подібності для визначення середнього коефіцієнту тепловіддачі. Тепловіддача при турбулентному режимі течії рідини в трубах. Тепловіддача при перехідному режимі течії рідини в трубах. Тепловіддача при течії рідини в трубах некруглого поперечного перерізу.

(1), стор. 255-260, 265-266, 267-270. (2), стор. 320-325. (4), стор. 287-290

### **Тема 2.6. Тепловіддача при вільній конвекції**

Тепловіддача при вільній конвекції в необмеженому просторі. Фізичні основи тепловіддачі при вільній конвекції. Тепловіддача вертикальної поверхні. Тепловіддача при вільній конвекції біля горизонтальної труби. Тепловіддача при вільній конвекції біля горизонтальної плоскої поверхні. Тепловіддача при вільній конвекції в обмеженому просторі. Приблизний метод розрахунку тепловіддачі при вільній конвекції в необмеженому просторі. Рівняння подібності для визначення середнього коефіцієнту тепловіддачі. Тепловіддача при вільній конвекції в горизонтальних щілинах. Тепловіддача при вільній конвекції в вертикальних щілинах. Еквівалентний коефіцієнт теплопровідності. Тепловіддача при вільній конвекції у відкритих вертикальних каналах (щілинах).

(1), стор. 306-310, 311-334

## **3.ТЕПЛООБМІН ПРИ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДАХ**

### **Тема 3.1. Теплообмін при кипінні**

1. Інтенсивність теплообміну при кипінні у великому об'ємі. Класифікація видів кипіння. Способи підводу тепла до поверхні (г.у. 1-го та 2-го роду). Крива кипіння, механізми, що використовуються для опису теплообміну при кипінні. 1-а та 2-га кризи кипіння.

[1], с. 301-303, 306-308, [2], с. 111-116, [4], с. 236-237

2. Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні у великому об'ємі. Безрозмірні експериментальні формули Толубінського, Лабунцова та Кутателадзе. Емпіричні формули для води.

[1], с. 308-311, [2], с. 328-333, [4], с. 247-248.

3. Кризи кипіння. Параметри, що впливають на процес кипіння та їх вплив на інтенсивність теплообміну. Гідродинамічна теорія кризи Кутателадзе. Механізм теплообміну при плівковому кипінні рідини. Вплив швидкості потоку рідини на коефіцієнт тепловіддачі при кипінні.

[2], с. 131-132, [3], с. 337-340, [4], с. 248-259.

4. Двофазний потік. Істинні та витратні характеристики двофазного потоку. Режими течії, зміна параметрів двофазного потоку по довжині парогенеруючої труби. [1], с. 311-316, [3], с. 354-361, [4], с. 259-271

### **Тема 3.2. Теплообмін при конденсації**

1. Теплообмін при плівковій конденсації нерухомої пари на вертикальній поверхні. Постановка задачі Нусельтом, аналітичне визначення коефіцієнта тепловіддачі при ламінарній течії. Локальний та середній коефіцієнти тепловіддачі. Конденсація на похилій поверхні та на горизонтальній трубі.

[1], с. 270-279, с. [2], с. 139-142, [4], с. 217-219. [9] с. 43-46, 51-52, 60-61

2. Вплив на коефіцієнт тепловіддачі зміни теплофізичних властивостей речовин, перегріву та вологості пари, вплив стану поверхні. Вплив хвильового та турбулентного режиму течії плівки

конденсату. Вплив швидкості пари. Теплообмін при конденсації всередині труб. Інтенсифікація теплообміну при конденсації.

[1], с. 279-285, [2], с. 143-158, [4], с. 219-227. [9] с. 52-59, 63-66, 106-124.

#### **4. ВИПРОМІНЮВАННЯ**

##### **Тема 4.1. Теплообмін випромінюванням**

1. Основні поняття та визначення теплообміну випромінюванням. Закони теплового випромінювання. Закон Планка, закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа, закон Ламберта.

[1], с. 361-376, [2], с. 160-169, [3], 310-319.

2. Теплообмін випромінюванням між тілами. Теплообмін випромінюванням між двома тілами, розділеними прозорим середовищем. Променевий теплообмін між двома паралельними поверхнями. Теплообмін за наявності екранів. Теплообмін випромінюванням між тілом та його оболонкою.

[1], с. 378-395, [2], с. 173-192, [4], с. 327-332.

##### **Основна література :**

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел Л.С. Теплопередача . М.: Энергия. 1975 г.
2. Михеев М.А., Михеева И.Н. Основы теплопередачи. М.: «Энергия», 1977 г.
3. Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалев С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. М: Энергоатомиздат, 1986 г.
4. Галин Н.М., Кириллов П.Л. Тепло-массообмен (в ядерной энергетике). М: Энергоатомиздат, 1987 г.
5. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. М: «Энергия», 1975.

##### **Додаткова література:**

6. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков Б.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам. М.: Энергоиздат, 1984.
7. Богданов С.Н. и др. Теоретические основы хладотехники. Тепломассообмен. М.: Агропромиздат, 1986 г.
8. Толубинский В.И. Теплообмен при кипении.
9. Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации. М., Энергия, 1977, 240 с.
10. Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалев С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. М: Атомиздат, 1974 г.

### **Дисципліна “ Теплогідравлічні процеси в енергетичних установках”**

#### **1. Фізика процесів генерації парової фази.**

1.1 Закономірність зародження, зростання, відриву та руху парових бульбашок.

1.2 Механізм процесу теплообміну при пазирковому кипінні. Крива кипіння.

1.3 Теплообмін при плівковому кипінні.

Література: [4] гл.11, стр. 313-353; [6] гл. 6, стр.234-259;

#### **2. Теплогідравлічні режими двофазних потоків.**

2.1 Структурні зміни пароводяного потоку в парогенеруючих елементах. Режими руху.

2.2 Фізичні особливості процесів гідродинаміки та теплообміну у парогенеруючих каналах.

Література: [4] гл.13, стр. 380-392; [6] гл. 6, стр.259-280;

### **3. Рух двофазного потоку у парогенеруючих каналах.**

3.1 Основи розрахунку гідравлічного опору каналів ядерних реакторів в умовах руху через них однофазних потоків.

3.2 Основи розрахунку гідравлічного опору каналів ядерних реакторів в умовах руху через них двофазних потоків.

Література: [2] гл.1, стр. 17-31; [4] гл. 8, стр.234-264;

### **4. Рух двофазного потоку у циліндричних та кільцевих каналах.**

4.1 Гідравлічний опір тертя при русі однофазних потоків теплоносія.

4.2 Гідравлічний опір тертя при русі двофазних потоків теплоносія.

Література: [2] гл.2, стр. 32-47; [4] гл. 14, стр. 421-441;

### **5. Невимушена циркуляція теплоносія в циркуляційних контурах енергетичних установок.**

5.1 Визначення рушійного та корисного напорів циркуляції.

5.2 Графоаналітичний метод розрахунку циркуляції в простих та складних циркуляційних контурах.

5.3 Оцінка надійності невимушеної циркуляції.

Література: [3] гл.3, стр. 35-49.

### **6. Вимушена циркуляція теплоносія в циркуляційних контурах енергетичних установок.**

6.1 Гідродинамічні характеристики поверхонь, що обігриваються.

6.2 Теплогідравлічна розвірка паралельних каналів.

6.3 Методи запобігання пульсацій теплоносія в циркуляційних контурах енергетичних установок.

Література: [3] гл.4, стр. 53-66; [5] гл. 17, стр.271-306.

### **7. Процеси теплопереносу у випарювальних елементах енергетичних установок.**

7.1 Теплообмін на занурених парогенеруючих поверхнях тепловіддачі.

7.2 Теплообмін у парогенеруючих каналах в умовах вимушеного руху теплоносія.

Література: [2] гл.5, стр. 69-76; [4] гл. 11, стр. 313-350, гл. 13 стр. 380-414.

### **8.Визначення гранично допустимих теплових навантажень поверхонь тепловіддачі у високофорсованих теплообмінних апаратах.**

8.1 Механізм кризи тепловіддачі при кипінні теплоносія на занурених поверхнях тепловіддачі.

8.2 Критична щільність теплового потоку при кипінні теплоносія на занурених поверхнях тепловіддачі.

8.3 Критична щільність теплового потоку при кипінні теплоносія у парогенеруючих каналах в умовах вимушеного руху теплоносія.

Література: [3] гл.10, стр. 240-252; [6] гл. 6, стр. 281-303.

## **ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Тепловыделение в ядерном реакторе. Под ред. Н.Н. Пономарева-Степного, - М.: Энергоатомиздат, 1985, - 160с.

2. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы), - М.: Энергоатомиздат, 1984, - 294с.

3. Кутепов А.М., Стерман Л.С., Стюшин Н.Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании, - М.: Высшая школа, 1977, - 352с.

4. Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалев С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках, - М.: Энергоатомиздат, 1986, - 470с.,

## ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

5. Делайе Дж., Гио М., Ритмюллер М. Теплообмен и гидродинамика в атомной и тепловой энергетике. /Пер. С англ. Под ред. П.Л. Кириллова / - М.: Энергоатомиздат, 1984, - 422с.
6. Галин Н.М., Кириллов П.Л. Тепломассообмен (в ядерной энергетике), - М.: Энергоатомиздат, 1987, - 375с.
7. Саркисов А.А., Пучков В.Н. Физические основы эксплуатации ядерных паропроизводящих установок, - М.: Энергоатомиздат, 1989, - 504с.
8. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу «Гідродинаміка та теплообмін в ядерних енергетичних установках» ч.1, 2, - Київ, КПІ, 1992, - 75с., 90с.

## Дисципліна “Теплообмінні апарати”

1. Класифікація ТОА за функціональними ознаками. Області застосування. Схеми руху теплоносіїв. Діаграми розподілу температур в ТОА  
Література: основна - [1], с.441-442; [2], с.161-162; [3], с.23-31, 118-124; [5], с.38-42.  
додаткова - [7], с.5-9.
2. Поняття конструктивного та перевірного теплового розрахунку. Рівняння теплового балансу. Рівняння теплопередачі. Визначення середнього температурного напору при протитечії та прямотечії.  
Література основна - [1], с.442-450; [2], с.162-168; [5], с.42-50; [6], с. 246-254.  
додаткова - [8], с.276-286.
3. Конструктивний метод розрахунку ТОА. Загальні рекомендації виконання розрахунку, його послідовність.  
Література: основна - [3], с.31-46.  
додаткова - [7], с.9-12; [8], с.297-300.
4. Гідравлічний розрахунок ТОА, завдання розрахунку. Повний гідравлічний опір. Опір тертя, місцевий опір (в тому числі пучка труб), опір прискорення та самотяги. Коефіцієнт впливу структури потоку. Вплив паровмісту на гідравлічний опір. Потужність, яка необхідна для переміщення теплоносія.  
Література: основна - [1], с.459-464; [2], с.171-175;  
додаткова - [11], с.89-93.
5. Розрахунок на міцність циліндричних посудин. Номінальні допустимі напруги матеріалів. Визначення коефіцієнтів міцності поодиноких отворів та ряду отворів (зміцнених і незміцнених).  
Література: основна - [3], с.264-288; [4], с.395-449;  
додаткова - [9], [10], с.392-411.

## ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел Л.С. Теплопередача. М.: Энергия. 1975 г.
2. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков Б.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам. М.: Энергоиздат, 1984.
3. Бакластов А.М., Горбенко В.А., Удыма П.Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация тепломассообменных установок. М: Энергоиздат, 1981 г.
4. Бакластов А.М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок. М.: «Энергия», 1970.
5. Григорьев В.А., Крохин Ю.И. Тепло- и массообменные аппараты криогенной техники. М.: Энергоиздат, 1982 г.
6. Михеев М.А., Михеева И.Н. Основы теплопередачи. М.: «Энергия», 1977 г

## ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

7. Справочник по теплообменникам в 2-х томах. Т.2., пер.с англ. под ред. Мартыненко О.Г. и др. М.: Энергоиздат, 1987 г.
8. Богданов С.Н. и др. Теоретические основы хладотехники. Теплообмен. М.: Агропромиздат, 1986 г.
9. ЦКТИ им. Ползунова. Нормы расчета элементов паровых котлов на прочность. Руководящие указания, вып.11, Ленинград, 1965 г.
10. Основные процессы и аппараты химической технологии под ред. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия, 1991 г.
11. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.-Л., 1960. 464 с.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

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

## РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНКИ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ ВСТУПНИКІВ

Рейтинг (чисельний еквівалент оцінки з додаткового вступного випробування  $\Phi$ ) враховує рівень знань і умінь, які вступник виявив при виконанні додаткового вступного випробування. Кількість балів, набраних на іспиті ( $\Phi$ ), формується як сума балів, нарахованих вступнику за виконання кожного завдання додаткового вступного випробування. З дисциплін “Теплогідравлічні процеси в енергетичних установках” та “Топочні процеси” білет включає по одному питанню, а з дисципліни “Тепломасообмін” – два. Загалом білет містить чотири питання.

Оцінювання кожного завдання виконується за рейтинговою системою згідно таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахунок оцінки виконання окремих завдань додаткового вступного випробування

Характер виконання завдання	Кількість балів
Вступник змістовно і обґрунтовано розкрив теоретичне питання (не менше 95% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання без помилок і отримав вірну відповідь, надав обґрунтований аналіз одержаних результатів. Допускається одне незначне виправлення.	25
Вступник змістовно розкрив теоретичне питання, але обґрунтування виконано недостатньо (не менше 85% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання без помилок і отримав вірну відповідь, але надав аналіз одержаних результатів без обґрунтування. Допускається два незначних виправлення	23...24
Вступник змістовно розкрив теоретичне питання (не менше 75% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання з несуттєвими неточностями, які не в повній мірі відображають фізику процесу, отримав відповідь, надав аналіз одержаних результатів. Допускається три незначних виправлення.	21...22



Вступник розкрив теоретичне питання (не менше 65% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання з помилкою, яка призвела до кінцевої відповіді з певними недоліками, надав аналіз одержаних результатів. Допускається чотири незначних виправлення.	18...20
Вступник розкрив теоретичне питання, але недостатньо (не менше 60% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання з певними помилками, які призвели до неправильної кінцевої відповіді, надав аналіз одержаних результатів. Допускається п'ять незначних виправлень.	15...17
Вступник не розкрив теоретичне питання (менше 59% потрібної інформації), чи надав відповідь, яка не відповідає сутності завдання. Або для практичного завдання виконав лише постановочну частину і запис окремих формул. Розрахунки не виконані, або містять грубі помилки. Кінцева відповідь відсутня, або є неправильною. Кількість виправлень – більше п'яти	14 і менше

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 – 1...3 штрафні бали;
- окремі, дещо нечіткі формулювання, які допускають неоднозначні тлумачення – 1 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 із значною кількістю виправлень, що суттєво ускладнює сприйняття відповіді – 1...3 штрафні бали.

Загальний показник  $\Phi$  визначається, як сума значення балів, нарахованих вступнику за окремі завдання додаткового вступного випробування:  $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4$ .

Для переведення сумарного рейтингу RD у традиційні оцінки слід користуватися таблицею 2.

Таблиця 2 – Відповідність сумарного рейтингу  $\Phi$  традиційним оцінкам

Значення $\Phi$	Чисельний еквівалент	Оцінка ECTS	Оцінка традиційна
95 - 100	5	A	зараховано
85 - 94	4,5	B	
75 - 84	4	C	
65 - 74	3,5	D	
60 - 64	3	E	
59 і менше	0	Fx	не зараховано, вступник не допускається до конкурсного відбору

**ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ  
ДОДАТКОВОГО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ**

Форма № Н-5.05

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Освітній ступінь	магістр
Спеціальність	144 Теплоенергетика
Спеціалізація	Теплофізика
	(назва)
Навчальна дисципліна	Додаткове фахове випробування

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №**

**1. Надати відповіді на наступні питання**

*Сформулюйте математичний опис процесу теплопровідності.*

*Розкрийте поняття градієнту температури, який напрям має його вектор?*

*Поясніть, від яких факторів залежить коефіцієнт теплопровідності?*

*Вкажіть, яке число подібності характеризує співвідношення теплоти, що переноситься конвекцією до теплоти, яка переноситься теплопровідністю?*

**2. Виконати рішення практичного завдання.**

*Обмурок печі складається з шарів вогнетривкої цегли товщиною  $\delta_1 = 250$  мм і червоної цегли товщиною  $\delta_2 = 250$  мм з коефіцієнтами теплопровідності відповідно  $\lambda_1 = 0,83$  Вт/(м·К) та  $\lambda_2 = 0,7$  Вт/(м·К). Коефіцієнт тепловіддачі від газів до стінки  $\alpha_1 = 93$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) і від стінки до оточуючого повітря  $\alpha_2 = 12$  Вт/(м<sup>2</sup>·К). Визначити величину коефіцієнта теплопередачі, та температуру між шарами цегли. Відомо, що температура у приміщенні складає 30 °С, а щільність теплового потоку дорівнює 550 Вт/м<sup>2</sup>.*

**3. Виконати рішення практичного завдання.**

*Яка буде об'ємна витрата пари в м<sup>3</sup>/год, що рухається зі середньою швидкістю 15 м/с у циліндричному трубопроводі внутрішнім діаметром  $d = 0,2$  м?*

**4. Виконати рішення практичного завдання.**

*Визначити теплову потужність теплообмінного апарату (парогенератора), що виробляє 396 т насиченої пари за годину, ентальпія живильної води  $i_{ж.в.} = 852,4$  кДж/кг; теплота пароутворення  $r = 1900,5$  кДж/кг; ентальпія води на лінії насичення  $i_s' = 897,7$  кДж/кг.*

Затверджено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_ атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

Протокол № 9 від « 15 » лютого 20 17 року

Голова підкомісії \_\_\_\_\_

(підпис)

В.О.Туз

(прізвище та ініціали)

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

д.т.н., професор \_\_\_\_\_ В.О.Туз

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Є.В.Шевель

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Н.Л.Лебедь

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ В.Ю.Кравець