

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

Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор


Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ
28.04.2023
Дата

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

повна назва факультету навчально-наукового інституту

ПРОГРАМА
комплексного фахового випробування
для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра
«Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем»

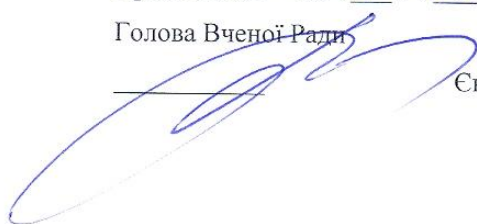
за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування

Програму ухвалено:

Вченою Радою Навчально-наукового інституту
атомної та теплової енергетики

Протокол № 11 від «10» «КВІТНЯ» 2023 р.

Голова Вченої Ради


Свген ПИСЬМЕННИЙ

Київ – 2023

ВСТУП

Мета вступного випробування – визначення рівня набутих теоретичних та практичних знань, їх використання при дослідженні та вирішенні конкретних наукових, науково-технічних задач, а також визначення ступеню підготовки вступників до самостійної роботи в умовах сучасного навчального процесу.

Вступне випробування проводяться у вигляді комплексного іспиту з фахових дисциплін «Парові та водогрійні котли», «Парогенератори та теплообмінники АЕС», «Теорія теплообміну», «Теплообмін при фазових перетвореннях і випромінюванні». Вступники повинні продемонструвати і підтвердити відповідний рівень теоретичних та практичних знань, отриманих при вивченні даних дисциплін.

Комплексне фахове випробування проводиться письмово його тривалість складає дві астрономічні години (120 хвилин) без перерви. Білет містить три завдання, які обираються вступником за сліпим жеребом, і включає три питання з чотирьох будь-яких дисципліни програми комплексного фахового випробування. Теоретичне питання відповідно до програми вступних випробувань передбачає змістовне і обґрунтоване 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.

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

У даному розділі наведені лише ті теми з відповідних навчальних програм, які стосуються виконання завдань вступних випробувань.

1. ПАРОВІ ТА ВОДОГРІЙНІ КОТЛИ

Розділ 1. Паровий котел. Класифікація і типи парових котлів

Тема 1.1. Паровий котел в технологічній схемі генерації пари.

Тема 1.2. Класифікація парових котлів.

Тема 1.3. Конструктивні схеми парових котлів.

Тема 1.4. Поверхні нагріву парових котлів.

Розділ 2. Енергетичне паливо. Методи спалювання органічного палива

Тема 2.1. Енергетичне паливо. Елементарний склад палива.

Тема 2.2. Характеристика палива. Класифікація енергетичних палив.

Тема 2.3. Продукти згоряння органічного палива. Теоретична витрата повітря на процес горіння палива.

Тема 2.4. Тепловий баланс і ККД парового котла.

Тема 2.5. Шарове спалювання твердого палива. Схеми організації шарового топкового процесу.

Тема 2.6. Камери спалювання органічного палива. Особливості факельного спалювання палива, переваги і недоліки.

Тема 2.7. Спалювання твердого палива у киплячому шарі. Умови виникнення псевдорозрідженого шару. Переваги і недоліки котлів з псевдорозрідженим шаром.

Тема 2.8. Камерні топки. Камерні топки для спалювання газу.

Розділ 3. Гідродинаміка парових котлів

Тема 3.1. Гідродинаміка однорідного та двофазного робочого тіла в трубах.

Тема 3.2. Гідродинаміка пароводяної суміші в парових котлах з природною циркуляцією. Контур природної циркуляції.

Тема 3.3. Надійність роботи контурів природної циркуляції. Умови роботи контуру циркуляції.

Тема 3.4. Примусовий рух води і пари в трубах котлів.

Тема 3.5. Гідравлічні схеми пароперегрівників. Вплив теплових розведень на роботу ПП.

Тема 3.6. Регулювання температури перегрітої пари. Статичні характеристики пароперегрівників.

Розділ 4. Теплова схема і компоновка парового котла та його елементів.

Тема 4.1. Теплова схема парового котла. Загальні уявлення про теплову схему.

Тема 4.2. Основні типи компоновок парових котлів. Компоновка топкових пристроїв.

Тема 4.3. Компоновка поверхонь нагріву. Екрани, фестони, ширми, змієвикові поверхні нагріву, повітропідігрівники.

Розділ 5. Підготування палив до спалювання.

Тема 5.1. Пилоприготування.

Тема 5.2. Підготування рідкого палива.

Тема 5.3. Підготування газоподібного палива.

Розділ 6. Енергетичні та промислові парові котли.

Тема 6.1. Промислові котли невеликої паропродуктивності.

Тема 6.2. Котли з природною циркуляцією для енергоблоків.

Тема 6.3. Прямоточні котли для енергоблоків.

Розділ 7. Системи теплопостачання.

Тема 7.1. Споживачі теплоти.

Тема 7.2. Принципові схеми систем теплопостачання.

Розділ 8. Основи проектування котелень.

Тема 8.1. Технічні та економічні вимоги до котелень.

Тема 8.2. Стадії проектування котелень.

Розділ 9. Теплові схеми котелень і їх розрахунок.

Тема 9.1. Класифікація котелень.

Тема 9.2. Загальні положення для розрахунку котелень.

Розділ 10. Вибір основного і допоміжного обладнання котельні.

Тема 10.1. Вибір котлоагрегатів.

Розділ 11. Аеродинаміка газоповітряного тракту.

Тема 11.1. Методика аеродинамічного розрахунку тракту димових газів КУ.

Тема 11.2. Аеродинамічний розрахунок повітряного тракту КУ.

Розділ 12. Метали та міцність елементів парових котлів.

Тема 12.1. Умови роботи металів ПК.

Тема 12.2. Розрахунки на міцність основних елементів ПК.

2. ПАРОГЕНЕРАТОРИ ТА ТЕПЛООБМІННИКИ АЕС.

Розділ 1. Парогенератори та теплообмінники АЕС, теплоносії.

Тема 1.1. Принципові схеми ТЕС і АЕС. Парогенератори та теплообмінники АЕС, їх класифікація.

Тема 1.2. Теплоносії, що застосовуються на АЕС.

Тема 1.3. Конструкційні схеми парогенераторів.

Розділ 2. Конструкції парогенераторів та характеристики процесів, що в них відбуваються.

Тема 2.1. Конструкції парогенераторів.

Тема 2.2. Процеси, теплообміну в ПГ та ТО АЕС.

Тема 2.3. Гідравлічні процеси в ПГ та ТО АЕС.

Розділ 3. Розрахунок теплообмінних апаратів, компонування теплообмінних пучків парогенераторів.

Тема 3.1. Основи розрахунку теплообмінних апаратів.

Тема 3.2. Методика розрахунку ТОА.

Тема 3.3. Конструкція теплообмінної поверхні в горизонтальному і вертикальному ПГ для ВВЕР.

Тема 3.4. Основи розрахунку на міцність елементів ПГ і ТОА.

Розділ 4. Конструкції інших теплообмінних апаратів, що використовуються на АЕС.

Тема 4.1. Сепарація пари на АЕС.

Тема 4.2. Теплообмінники АЕС.

Тема 4.3. Інші конструкції ПГ.

3. ТЕОРІЯ ТЕПЛООБМІНУ.

Розділ 1. Теплопровідність.

Тема 1.1. Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі.

Тема 1.2. Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі.

Тема 1.3. Теплопровідність при нестаціонарному тепловому режимі.

Розділ 2. Конвекційний теплообмін.

Тема 2.1. Фізичні основи процесу теплопередачі.

Тема 2.2. Основи теорії подібності фізичних явищ.

Тема 2.3. Основи теорії пограничного шару.

Тема 2.4. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні тіл.

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

Тема 2.6. Тепловіддача при вільній конвекції.

4. ТЕПЛООБМІН ПРИ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ І ВИПРОМІНЮВАННІ.

Розділ 1. Конвекційний теплообмін.

Тема 1.1. Окремі види конвекційного теплообміну.

Тема 1.2. Теплообмін рідких металів.

Тема 1.3. Теплообмін в однофазному середовищі при критичних параметрах стану.

Тема 1.4. Теплообмін при високій швидкості газового потоку.

Тема 1.5. Тепловіддача в розріджених газах.

Розділ 2. Теплообмін при фазових перетвореннях: теплообмін при кипінні.

Тема 2.1. Відомості про будову рідини.

Тема 2.2. Внутрішні характеристики кипіння.

Тема 2.3. Інтенсивність теплообміну при кипінні у великому об'ємі.

- Тема 2.4. Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні у великому об'ємі.
Тема 2.5. Вплив незалежних параметрів на коефіцієнт тепловіддачі.
Тема 2.6. Кризи кипіння.
Тема 2.7. Двофазний потік.

Розділ 3. Теплообмін при фазових перетвореннях: конденсація.

- Тема 3.1. Теплообмін при конденсації.
Тема 3.2. Особливості течії та теплообміну при конденсації на поверхні.
Тема 3.3. Теплообмін при плівковій конденсації нерухомої пари.
Тема 3.4. Вплив факторів, що не враховуються теорією Нуссельта.

Розділ 4. Теплообмін випромінюванням.

- Тема 3.1. Основні поняття та визначення теплообміну випромінюванням.
Тема 3.2. Теплообмін випромінюванням між тілами.
Тема 3.3. Теплообмін в поглинаючих і випромінюючих середовищах.
Тема 3.4. Складний теплообмін.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

При виконанні завдань комплексного фахового вступного випробування **забороняється** використовувати будь-які допоміжні матеріали та електронні засоби (мобільні телефони, ноутбуки, планшети, тощо).

Рейтинг (чисельний еквівалент оцінки з фахового випробування Φ) враховує рівень знань і умінь, які вступник виявив при виконанні комплексного фахового випробування. Кількість балів, набраних на іспиті (Φ), формується як середньоарифметична сума балів, нарахованих вступнику за виконання кожного завдання комплексного фахового випробування. Теоретичне питання відповідно до програми вступних випробувань передбачає змістовне і обґрунтоване 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 отримання відповіді із записом одиниць вимірювання. Також виконується аналіз та обґрунтування отриманих результатів. Білет включає три питання і включає по одному питанню з трьох будь-яких дисциплін програми комплексного фахового випробування. Загалом білет містить три завдання, які обираються вступником за сліпим жеребом.

Оцінювання кожного завдання виконується за рейтинговою системою згідно табл. 1.

Таблиця 1 - Розрахунок оцінки виконання кожного завдання комплексного фахового випробування

Характер виконання завдання	Кількість рейтингових 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.	95 - 100
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	85-94
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.	75-84
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.	65-74
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.	60-64
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.	59 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 кожен з помилок;
- неохайно написаний текст відповіді із значною кількістю виправлень, що суттєво ускладнює сприйняття відповіді - 1 ...3 штрафні бали.

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

Згідно чинних «Правил прийому до КПІ ім. Ігоря Сікорського в 2023 році» при обчисленні конкурсного балу використовується шкала оцінювання від 100 до 200 балів. Перерахунок загального показника Φ у рейтингову оцінку фахового випробування П2 здійснюється згідно табл. 2.

Таблиця 2.

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ КОМПЛЕКСНОГО 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 142 Енергетичне машинобудування

(назва)

ОПП магістра Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем

(назва)

Навчальна дисципліна Комплексне фахове випробування


ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №

1. Методи спалювання природного газу і його властивості.
2. Особливості теплообміну при ламінарному неізотермічному режимі течії в трубах.
3. Опишіть конструкцію та принцип роботи горизонтального парогенератора для реактора типу ВВЕР.

Затверджено на засіданні кафедри атомної енергетики

Протокол № 16 від 15 березня 2023 року

Голова підкомісії



(підпис)

Валерій ТУЗ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанов Д.В., Корженко Є.С., Боднар Л.А. Котельні установки промислових підприємств.: Навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 120 с.
2. В.О. Туз, В. І. Мариненко, О. О. Васечко Розрахунок топки котельних установок [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальностей 142 «Енергетичне машинобудування»; 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,897 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 36 с.
3. Є. М. Письменний, Я. В. Яценко. Котли парові та водогрійні : підручник / Є. М. Письменний, Я. В. Яценко ; Мін-во освіти і науки України, НТУУ "КПІ". - Київ : НТУУ "КПІ", 2009. – 236 с. https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000244836&local_base=КРІ01
4. Боженко, М.Ф. Водогрійні котельні для систем децентралізованого та помірно-централізованого теплопостачання [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра і магістра за освітніми програмами «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження» і «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій» спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,06 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 170 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46943>
5. Волощук В.А., Денісов А.К., Трофимчук І.П. Котельні установки промислових підприємств: навч. посіб. / В.А. Волощук, А.К. Денісов, І.П. Трофимчук. – Рівне: НУВГП, 2013. – 227 с.
6. Реактори і парогенератори енергоблоків АЕС: схеми, процеси, РЗІ матеріали, конструкції, моделі / О. В. Єфімов, М. М. Пилипенко, Т. В. Потаніна та ін. ; за ред. О.В. Єфімова. – Харків : ТОВ «В справі», 2017. – 420 с.
7. Парогенератори та теплообмінники АЕС [Електронний ресурс] : методичні вказівки до практичних занять для студентів напрямів підготовки 6.050603 «Атомна енергетика» та 6.050604 «Енергомашинобудування» / НТУУ «КПІ» ; уклад. Є. В. Шевель. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,79 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 74 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/21728>
8. Парогенератори АЕС [Електронний ресурс] : методичні вказівки до курсового проекту «Парогенератори та теплообмінники АЕС» для студентів спеціальності 143 «Атомна енергетика», спеціалізації «Атомні електричні станції» та 142 «Енергетичне машинобудування» спеціалізації «Тепло- і парогенеруючі установки / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Є. В. Шевель, М.

В. Воробйов. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,23 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 25 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19672>

9. Парогенератори та теплообмінники АЕС: Розрахунок на міцність елементів парогенераторів АЕС [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 143 «Атомна енергетика», спеціалізації «Атомні електричні станції» / О. В. Семеняко, Є. В. Шевель; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,58 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 26 с.

10. Константинов С.М. Теплообмін: Підручник. - К.: ВПІ ВПК "Політехніка": Інрес, 2005. - 304 с.

http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Konstantinov_2005_304.pdf

11. Кулінченко В.Р., Шевченко О.Ю. Теплопередача з елементами масообміну (теорія і практика процесу). Підручник. – К.: Фенікс, 2014.- 920 с.

12. Шевель, Є. В. Теплообмін при фазових перетвореннях і випромінюванні *Електронний ресурс+ : підручник для здобувачів ступеня бакалавра енергетичних спеціальностей / Шевель Євген Вікторович, Воробйов Микита Валерійович ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 9,94 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 134 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48257>

13. Є.В. Шевель, М.В. Воробйов. Теплообмін при кипінні. Навчальний посібник *Електронний ресурс+: для студентів які навчаються за спеціальностями 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,45 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 42 с. (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41235>)

14. Є.В. Шевель, М.В. Воробйов. Теплообмін при конденсації. Навчальний посібник *Електронний ресурс+ для студентів які навчаються за спеціальностями 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,87 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 33 с. (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41234>)

15. Є.В. Шевель, М.В. Воробйов. Теплообмін випромінюванням. Навчальний посібник *Електронний ресурс+ для студентів які навчаються за спеціальностями 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,57 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 55 с. (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42119>)

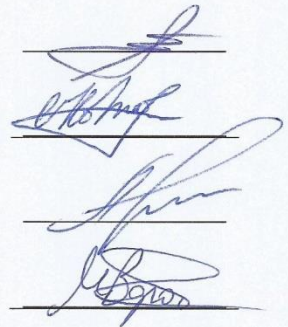
Розробники програми фахових вступних випробувань:

Туз Валерій Омелянович, д.т.н., професор, професор
кафедри атомної енергетики

Новаківський Євген Валерійович, к.т.н., доцент,
доцент кафедри атомної енергетики

Лебедь Наталія Леонідівна, к.т.н., доцент, доцент
кафедри атомної енергетики

Воробйов Микита Валерійович, к.т.н., доцент, доцент
кафедри атомної енергетики



Програму фахового вступного випробування рекомендовано кафедрою атомної енергетики (протокол № 16 від 15 березня 2023 року).

Завідувач кафедри
атомної енергетики



(підпис)

Валерій ТУЗ

15 березня 2023 р.