

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

Затверджую



Голова Приймальної комісії

Ректор

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

підпис

28.03.2025р.

дата

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

повна назва факультету/навчально-наукового інституту

**ПРОГРАМА
фахового іспиту**

для вступу за освітньо-професійною та освітньо-науковою
програмою підготовки магістра
«Атомні електричні станції»

за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)

Програму ухвалено:

Вченою Радою Навчально-наукового інституту
атомної та теплової енергетики

Протокол № « 9 » від « 24 лютого » 2025 р.

Голова Вченої Ради

Євген ПИСЬМЕННИЙ

Київ – 2025

ВСТУП

Програма фахового іспиту визначає форму організації, зміст та особливості проведення вступного фахового іспиту в магістратуру за освітньо-професійною та освітньо-науковою програмою підготовки магістра «Атомні електричні станції» за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією).

Метою програми фахового іспиту для вступу на освітньо-професійну та освітньо-наукову програму підготовки магістра «Атомні електричні станції» за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією) є перевірка набуття вступником компетентностей та результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю 143 Атомна енергетика для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

1. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1.1. Перелік тем, які виносяться на фаховий іспит

Повний перелік тем, які виносяться на вступний фаховий іспит для вступу в магістратуру за освітньо-професійною та освітньо-науковою програмою «Атомні електричні станції» підготовки магістрів спеціальності G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією).

Розділ 1

Тема 1.1. Поділ ядер та характеристики ізотопів, що діляться.

Тема 1.2. Залишкове енерговиділення.

Тема 1.3. Основні елементи ядерного реактора.

Тема 1.4. Коефіцієнт розмноження реактора.

Розділ 2

Тема 2.1. Кінетика «холодного» реактора без урахування нейтронів, що спізнюються. Нейтрони, що спізнюються, їх характеристики.

Тема 2.2. Елементарне рівняння кінетики реактора. Період реактора. Реактивність.

Тема 2.3. Кінетика реакторів з урахуванням шести груп нейтронів, що спізнюються. Формула обернених годин. Період, що встановився, при малих та великих реактивностях.

Тема 2.4. Аналіз перехідних процесів. Зміна щільності потоку нейтронів підкритичного реактора.

Тема 2.5. Пуск ядерного реактора.

Розділ 3

Тема 3.1. Методи вимірювання реактивності. Визначення ефективності поглинаючих стержнів в одно групових наближенні.

Тема 3.2. Визначення ефективності поглинаючого стержня в двохгруповому наближенні.

Тема 3.3. Визначення ефективності поглинаючого стрижня по теорії збурень. Інтерференція стрижнів.

Тема 3.4. Зміна ефективності стрижня від глибини занурення.

Тема 3.5. Ефективність решітки поглинаючих стержнів. Зміна ефективності стрижня від глибини його занурення.

Тема 3.6. Ефективність решітки поглинаючих стержнів. Ефективність стрижня типу нейтронної пастки. Борне регулювання.

Розділ 4

Тема 4.1. Вигорання ядерного палива. Зміна ізотопного складу палива в U-Pu циклі.

Тема 4.2. Глибина вигорання палива. Шлакування реактора.

Тема 4.3. Отруєння реактора ^{135}Xe . Нестационарне отруєння ксеноном при зміні потужності.

Тема 4.4. Стационарне та граничне отруєння реактора ксеноном.

Тема 4.5. Йодна яма. Ксенонові коливання.

Тема 4.6. Отруєння реактора ^{149}Sm . Нестационарне отруєння самарієм при зміні потужності.

Розділ 5

Тема 5.1. Температурний ефект і температурний коефіцієнт реактивності.

Тема 5.2. Крива температурного ефекту реактора.

Тема 5.3. Аналіз впливу окремих факторів на температурний коефіцієнт реактивності.

Тема 5.4. Ядерний і щільнісний температурні ефекти реактивності.

Тема 5.5. Вплив витoku нейтронів на температурний коефіцієнт реактивності. Тема 5.6.

Потужнісний ефект реактивності.

Розділ 6

Тема 6.1. Способи перевантаження ядерного палива.

Тема 6.2. Режим з безперервним перевантаженням і безперервним перемішуванням палива по всьому об'єму реактора.

Тема 6.3. Режим з перемішуванням палива по радіусу без перемішування по висоті.

Тема 6.4. Режим з безперервним рухом палива від осі активної зони до периферії в циліндричному реакторі нескінченної довжини / від периферії до осі реактора.

Тема 6.5. Періодичне перевантаження ядерного палива.

Розділ 7

Тема 7.1. Стійкість реактора. Загальні уявлення про стійкість реактора.

Тема 7.2. Аналіз стійкості динамічної системи, що описується системою диференціальних рівнянь першого порядку.

Тема 7.3. Необхідні і достатні умови стійкості.

Тема 7.4. Реактор без зворотних зв'язків, зі зворотним зв'язком по потужності, з кількома зворотними зв'язками з різними знаками.

Розділ 8

Тема 8.1 Загальні відомості про будову ядра.

Тема 8.2 Взаємодія нейтронів з ядрами.

Тема 8.3 Ефективний коефіцієнт нейтронів.

Розділ 9

Тема 9.1 Закон Фіка.

Тема 9.2 Рівняння переносу нейтронів.

Тема 9.3 Інтегральне рівняння переносу нейтронів.

Розділ 10

Тема 10.1 Уповільнення нейтронів.

Тема 10.2 Характеристики уповільнювача.

Тема 10.3 Уповільнення нейтронів в середовищі за відсутності поглинання.

Тема 10.4 Уповільнення нейтронів в середовищі за наявності поглинання.

Розділ 11

Тема 11.1. Вікова теорія.

Розділ 12

Тема 12.1. Кінетичне рівняння переносу нейтронів.

Тема 12.2. Спряжені рівняння реактора.

Тема 12.3. Методи розв'язку кінетичних рівнянь реактора.

Розділ 13

Тема 13.1. Теорія критичних розмірів реактора.

Тема 13.2. Визначення критичних розмірів реактора без відбивача.

Тема 13.3. Критичні розміри реактора з відбивачем.

Розділ 14

Тема 14.1. Загальні положення теорії гетерогенних реакторів.

Тема 14.2. Визначення коефіцієнтів формули чотирьох співмножників.

Розділ 15

Тема 15.1. Реактори на швидких нейтронах.

Розділ 16

Тема 16.1. Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі.

Тема 16.2. Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі.

Тема 16.3. Теплопровідність при нестаціонарному тепловому режимі.

Розділ 17

Тема 17.1. Фізичні основи процесу теплопередачі.

Тема 17.2. Основи теорії подібності фізичних явищ.

Тема 17.3. Основи теорії пограничного шару.

Тема 17.4. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні тіл.

Тема 17.5. Тепловіддача при примусовій течії рідини в трубах і каналах.

Тема 17.6. Тепловіддача при вільній конвекції.

Розділ 18

Тема 18.1. Окремі види конвекційного теплообміну.

Тема 18.2. Теплообмін рідких металів.

Тема 18.3. Теплообмін в однофазному середовищі при біля критичних параметрах стану.

Тема 18.4. Теплообмін при високій швидкості газового потоку. Тема 18.5.

Тепловіддача в розріджених газах.

Розділ 19

Тема 19.1. Відомості про будову рідини.

Тема 19.2. Внутрішні характеристики кипіння.

Тема 19.3. Інтенсивність теплообміну при кипінні у великому об'ємі.

Тема 19.4. Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні у великому об'ємі.

Тема 19.5. Вплив незалежних параметрів на коефіцієнт тепловіддачі.

Тема 19.6. Кризи кипіння.

Тема 19.7. Двофазний потік.

Розділ 20

Тема 20.1. Теплообмін при конденсації.

Тема 20.2. Особливості течії та теплообміну при конденсації на поверхні.

Тема 20.3. Теплообмін при плівковій конденсації нерухомої пари.

Тема 20.4. Вплив факторів, що не враховуються теорією Нуссельта.

Розділ 21

Тема 21.1. Основні поняття та визначення теплообміну випромінюванням.

Тема 21.2. Теплообмін випромінюванням між тілами.

Тема 21.3. Теплообмін в поглинаючих і випромінюючих середовищах.

Тема 21.4. Складний теплообмін.

1.2. Порядок проведення фахового іспиту

Іспит проводиться у вигляді письмової роботи. Кожен білет містить три завдання. Для випробування передбачено 30 екзаменаційних білетів, сформованих з наведеного вище переліку тем.

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

Методика проведення фахового іспиту наступна. Члени атестаційної комісії інформують вступників про порядок проведення та оформлення робіт з фахового іспиту 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 фахового іспиту (пояснення по проведенню, оформленню і критеріям оцінювання іспиту, видачі білетів і листів для написання роботи) відводиться 10 хвилин від усього часу фахового іспиту, на відповіді на кожне з трьох питань екзаменаційного білету вступнику надається по 40 хвилин і на заключну частину (збір білетів і письмових робіт у вступників членами конкурсної комісії) – 5 хвилин.

Після закінчення етапу написання фахового іспиту, проводиться перевірка відповідей та їх оцінювання всіма членами комісії. Члени атестаційної 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 фахового іспиту здійснюється шляхом занесення балів в екзаменаційну відомість. Ознайомлення студента з результатами іспиту проводиться згідно з правилами прийому в університет.

1.3. Допоміжні матеріали для складання фахового іспиту

Під час складання фахового іспиту заборонено використання допоміжної літератури та інших допоміжних матеріалів та засобів.

1.4. Критерії оцінювання фахового іспиту

На іспиті студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожний екзаменаційний білет містить три теоретичні питання. Перші два питання оцінюються в 30 балів, 3-є питання – у 40 балів.

Система оцінювання завдань:

В залежності від повноти і правильності відповіді на 1-е та 2-е питання вступник отримує:

28...30	балів за	91...100 %	правильної відповіді
25...27	балів за	81...90 %	правильної відповіді
22...24	балів за	71...80 %	правильної відповіді
19...21	балів за	61...70 %	правильної відповіді
16...18	балів за	51...60 %	правильної відповіді
13...15	балів за	41...50 %	правильної відповіді
10...12	балів за	31...40 %	правильної відповіді
7...9	балів за	21...30 %	правильної відповіді
4...6	балів за	11...20 %	правильної відповіді
1...3	балів за	5...10 %	правильної відповіді
0	балів за	0...5 %	правильної відповіді

В залежності від повноти і правильності відповіді на 3-є питання вступник отримує:

37...40	балів за	91...100 %	правильної відповіді
33...36	балів за	81...90 %	правильної відповіді
29...32	балів за	71...80 %	правильної відповіді
25...28	балів за	61...70 %	правильної відповіді
21...24	балів за	51...60 %	правильної відповіді
17...20	балів за	41...50 %	правильної відповіді
13...16	балів за	31...40 %	правильної відповіді
9...12	балів за	21...30 %	правильної відповіді
5...8	балів за	11...20 %	правильної відповіді
1...4	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 фахового іспиту.

У відповідях на 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 фаховий іспит обчислюється як арифметична сума балів за всі три відповіді на запитання екзаменаційного білету. Таким чином, за результатами фахового іспиту вступник може набрати від 0 до 100 балів.

З метою обчислення конкурсного балу вступника результат фахового іспиту перераховується з шкали від 0 до 100 балів до шкали, визначеної Порядком прийому на навчання для здобуття вищої освіти (100...200 балів) згідно з Таблицею відповідності:

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

шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	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

Вступники, результати фахового іспиту яких за шкалою PCO складають від 0 до 59 балів, отримують оцінку "незадовільно" і не допускаються до участі в наступних вступних випробуваннях (за наявності) і в конкурсному відборі. Перескладання фахового іспиту не допускається.

1.5. Приклад типового завдання фахового іспиту

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

Спеціальність G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)
Освітня програма Атомні електричні станції

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1
фахового іспиту
для вступу на програму підготовки магістра

1. Ділення ядер, ланцюгова реакція. Визначення енергії ділення. Ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів. Формула чотирьох співмножників..
2. Особливості ламінарної неізотермічної течії в трубах.
3. У скільки разів зміниться потужність реактора за 1 с при $K_{ef}=1,001$, час життя нейтронів 0,05с (з урахуванням нейтронів що запізнюються)?

Затверджено на засіданні кафедри атомної енергетики,
протокол № 11 від 12 лютого 2025 р.

Завідувач кафедри АЕ



Валерій ТУЗ

2. ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

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

2. В разі неможливості проведення іспиту в очному режимі, випробування можуть проводитися в дистанційній формі з використанням технологій дистанційного навчання «Google» та сервісу відеотелефонного зв'язку «GoogleMeet» із обов'язковою відеофіксацією процесу проведення іспиту.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Широков С.В. Нестационарні процеси в ядерних реакторах. – К.: Вища школа, 2002 – 286 с.
2. Широков С. В. Фізика ядерних реакторів. 2-е видання. – К.: Вища школа, 1998. – 288 с.
3. Широков С. В. Ядерні енергетичні реактори. – К.: Знання України, 1997 –280 с.
4. Широков С.В., Гальченко В.В., Кіліна О.. Методичні вказівки до курсового проекту з курсу «Ядерні енергетичні реактори». Розділ «Нейтронно- фізичний розрахунок». Київ, НТУУ «КПІ», 2008 р.
5. Широков С.В. Гальченко В.В. Посібник з вирішення задач з курсів «Теорія ядерних реакторів», «Енергетичні ядерні реактори», «Нестационарні в ядерних реакторах». Київ, НТУУ «КПІ», 2006. – 80 с.
6. 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

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

8. 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>

9. 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>)

10. 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>)

11. 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>)

ПЕРЕЛІК РОЗРОБНИКІВ:

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

Кондратюк Вадим Анатолійович, д.т.н., доцент,
професор кафедри атомної енергетики

Клевцов Сергій Валерійович, к.т.н.
доцент кафедри атомної енергетики

Коньшин Валерій Іванович, к.т.н., доцент,
доцент кафедри атомної енергетики

Програму фахового іспиту рекомендовано кафедрою атомної енергетики (протокол № 11 від 12 лютого 2025 року).

Завідувач кафедри АЕ

(підпис)

Валерій ТУЗ