

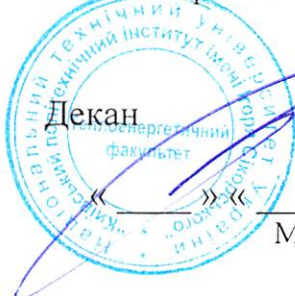
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Атестаційної комісії

Теплоенергетичного факультету



Декан

Євген ПИСЬМЕННИЙ

М.П.

» 2022 р.

ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування

для вступу на освітню програму підготовки магістра

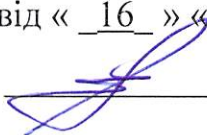
*«Фізичний захист та облік і контроль ядерних матеріалів»*

*за спеціальністю 143 Атомна енергетика*

Програму рекомендовано кафедрою

*Атомних електричних станцій і інженерної теплофізики*

Протокол № 10 від « 16 » « лютого » 2022 р.

Завідувач кафедри  Валерій ТУЗ

Київ – 2022

## ВСТУП

Мета вступного випробування – визначення рівня набутих теоретичних та практичних знань, необхідних для вирішення конкретних наукових і 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 «Дозиметрія та захист від випромінювання» «Стратегія охорони навколишнього середовища», «Основі фізичної ядерної безпеки». 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, по одному питанню з кожної дисципліни програми комплексного фахового випробування і обирається вступником за сліпим жеребом. 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.

## ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ІСПИТ

### Дисципліна «Дозиметрія та захист від випромінювання»

#### 1. Іонізуюче випромінювання.

Основні типи та властивості іонізуючого випромінювання. Параметри випромінювання: енергія, потік, густина потоку частинок. Джерела іонізуючого випромінювання. Відкриті та закриті ДІВ. Методи реєстрації випромінювання. Газові, сцинтиляційні та напівпровідникові детектори.

#### 2. Основні дозиметричні величини.

Експозиційна доза. Гамма-постійна. Зв'язок між експозиційною дозою та активністю. Поглинута доза: одиниці вимірювання та зв'язок з експозиційною дозою. Еквівалентна та ефективна дози. Зважувальний коефіцієнт якості випромінювання. Колективна доза.

#### 3. Взаємодія випромінювання з речовиною.

Загальна характеристика взаємодії різних типів випромінювання з речовиною. Три типи взаємодії  $\gamma$ -квантів з речовиною. Закон послаблення  $\gamma$ -випромінювання. Пробіг  $\alpha$ -та  $\beta$ -частинок в речовині. Екстрапольований пробіг. Біологічний вплив іонізуючого випромінювання. Вільні радикали.

#### 4. Радіаційна безпека та захист.

Фізичний захист від різних типів випромінювання. Радіаційний контроль та індивідуальний дозиметричний контроль. Категорії опромінюваних осіб. Ліміти доз опромінення. Три принципи радіаційної безпеки. Регулювання діяльності з використання джерел іонізуючого випромінювання.

### Література:

1. Носовский А.В. Богорад В.И., Васильченко В.Н., Ключников А.А., Литвинская Т.В., Слепченко А.Ю. Радиационная безопасность и защита на жатомных электрических станциях: Монография. Под ред. А.В. Носовского. - Х.: Оберіг, 2008. - 356 с.
2. Абрамов А.И., Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики.-М.:Энергоатомиздат,1977 - 509 с.
3. Ключников О.О., Носовський А.В. Основи дозиметрії іонізуючих випромінювань: Навчальний посібник. - К.: Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, 2007. - 256с.
4. Иванов В.И. Курс дозиметрии. Учебник для вузов. — 3-е изд. перераб. и доп. — М: Атомиздат, 1978. -392 с.
5. Носовский А.В., Васильченко В.Н., Павленко А.А., Письменный Е.Н., Широков С.В. Введение в безопасность ядерных технологий. Уч. пособие. Под ред. А.В. Носовского. - К.: Техніка, 2006. - 360 с.

### **Дисципліна «Енергетичні ядерні реактори»**

1. Загальні характеристики та класифікація реакторних установок.  
Загальний огляд реакцій вимушеного ділення. Загальна схема ядерного реактору. Класифікація ядерних реакторів за призначенням. Інтегральні характеристики економічності енергетичних ядерних реакторів. Основні вимоги до складових реакторної установки. Класифікація типів ядерних реакторів. Поширення основних типів енергетичних реакторів у світі
2. Водо-водяні реактори під тиском (ВВРТ)  
Принципові технологічні рішення для ВВРТ. Еволюція ВВРТ «східного» походження. Водо-водяний реактор типу ВВЕР-440. Водо-водяний реактор типу ВВЕР-1000 / В-320, В- 392. Еволюція ВВРТ «західного» походження. Реакторна установка типу АР-1000.
3. Водо-водяні реактори з киплячою водою (ВВРК)  
Принципові технологічні рішення для ВВРК. Еволюція ВВРК .
4. Графітові реактори (ГРІ)  
Принципові технологічні рішення для ГР. Водографітові реактори. Газографітові реактори.
5. Важководні реактори (ВР)  
Принципові технологічні рішення для ВР. Корпусні ВР. Канальні ВР.
6. Реактори на швидких нейтронах (ШН)  
Принципові технологічні рішення для ШН. ШР з натрієвим теплоносієм. ШР з гелієвим теплоносієм.
7. Тепловиділяючі елементи  
Загальна характеристика паливних елементів. Особливості роботи Твелів. Матеріали Твелів. Твели з металевим паливом та діоксидом урану.

### Література:

1. Широков С. В. Ядерні енергетичні реактори. К. 1997, с. 280.
2. Дементьев Б.А. Ядерні енергетичні реактори. - М.: Энергоиздат, 1984. - 281 с.
3. Емельянов І. Я., Міхан В. І. Конструювання ядерних реакторів. М.: Энергоиздат, 1982. - 400 с.
4. Широков С. В. Фізика ядерних реакторів. - Видання друге: Вища школа, 1998. - с 288.
5. Доллежаль Н.А., Емельянов І.Я. Канальний ядерний енергетичний реактор. - М.: Наука, 1974.-712 с.
6. Овчинников Н.А., Голубев А.І, та інші. Експлуатаційні режими водо-водяних енергетичних реакторів. - М.: Атомиздат, 1979. - 300 с.
7. Сидоренко В.А. Об атомной энергетике, атомных станциях, учителях, коллегах и о себе. М. ИзДАТ, 2003, 320 стр.
8. Проектування енергетичних установок з високотемпературними газоохолоджувальними реакторами. Під редакцією І.Я. Емельянова. М.: Энергоиздат, 1981. - 368 с.

### **Дисципліна «Атомні та теплові електричні станції»**

1. Ядерна галузь та основні відомості про АЕС.  
Що таке ядерна галузь. Експлуатуюча організація. Атомна електрична станція. Структура й частка кожної АЕС у загальному виробництві атомної електроенергії. Діючі блоки АЕС України. Структура ядерної галузі України.
2. Класифікація атомних електростанцій.  
Початкові відомості про АЕС. Класифікація АЕС по кількості контурів. Робота основного технологічного устаткування АЕС. Реакторна установка з водним теплоносієм. Розвиток реакторів типу ВВЕР.
3. Деякі відомості про устаткування ядерної енергетичної установки з реактором ВВЕР-1000.  
  
Реактор ВВЕР-1000. Парогенератор типу ПГВ-1000. Головний циркуляційний насос тип ГЦН-195М. Основні технічні характеристики турбінної установки.
4. Взаємодія АЕС з оточуючим середовищем.  
Системи АЕС, забезпечуючи її безпеку. Радіаційна безпека АЕС. Технологічна вентиляція на АЕС. Дезактивуючі установки. Накопичення радіонуклідів та методи їх періодичного видалення. Очищення радіоактивно забрудненої води на АЕС. Установки для дезактивації води. Переробка газоподібних та рідких радіоактивних відходів. Захоронення рідких та твердих радіоактивних відходів.
5. Тенденції розвитку енергетики світу.  
«Енергетична стратегія України на період до 2030 року» та подальша перспектива. Типи та класифікація електростанцій, що працюють на різних видах палива в енергосистемі. Енергетичні ресурси. Економіка та екологія енергетики. Графіки навантаження споживачів електричної та теплової енергії. Режим роботи електростанцій. Резерви потужностей енергосистем.
6. Технологічна структура та елементи теплових схем ТЕС та АЕС.  
Вибір типу, кількості деаераторів, регенеративних та мережних підігрівачів,

конденсатних, дренажних насосів, РОУ, БРОУ. Вибір допоміжного обладнання котельного відділення ТЕС та реакторного відділення АЕС. Трубопроводи електростанцій. Вимоги до трубопроводів ТЕС та АЕС.

### Література:

1. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. - М.: Энергоатомиздат. 1987. - 327с.
2. Маргулова Т.Х. Атомные электростанции. - М.: Высшая школа. 1984. - 304с.
3. Сазанов Б.В., Юренев В.Н, Баженов М.И., Богородский А.С. Промышленные тепловые электростанции. - М.: Энергия. 1967. - 344с.
4. Елизаров Д.П. Теплоэнергетические установки электростанций. М.: Энергоиздат. 1982. - 264с.
5. Стерман Л.С., Лавигин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции (учебник для вузов) Изд. 2, переработанное. М.: изд.-во МЭИ, 2000. - 406с.
6. Тепловые схемы ТЕС и АЕС. Моделирование и САПР (под общ. ред. академика С.А. Казарова). Санкт-Петербург.: Энергоатомиздат. 1995. -390с.
7. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник (под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина), книга 3. - М.: Энергоатомиздат. 1989-2012. - 600с.
8. Підручник «Культура безпеки в ядерній енергетиці», К. -2012, «Гранмна», 544 с. Бегун В.В., Широков С.В., Бегун С.В. та ін.

## **Дисципліна «Основи фізичної ядерної безпеки»**

### 1. Огляд та структура фізичної ядерної безпеки.

Що таке Фізична ядерна безпека. Запобігання, виявлення та реагування на злочинні або навмисні протиправні дії, які використовуються або спрямовані на ядерні матеріали, інші радіоактивні матеріали, відповідні об'єкти або діяльність. Інші дії, які на думку держави мають несприятливий ефект на фізичну ядерну безпеку.

### 2. Режим Фізичної ядерної безпеки

Основні складові режиму фізичної ядерної безпеки. Ціль державного режиму фізичної ядерної безпеки. Режим фізичної ядерної безпеки як частина загального державного режиму фізичної безпеки. Ставлення режиму фізичної ядерної безпеки до ядерного матеріалу та інших радіоактивних матеріалів. Ризики завдання шкоди людям, власності, суспільству та навколишньому природному середовищу. Взаємозв'язок відповідальностей держави та експлуатуючої організації в сфері фізичної ядерної безпеки. Встановлення і визначення обов'язків у сфері фізичної ядерної безпеки. Правопорушення і міри покарання, включаючи криміналізацію.

### 3. Концепція Фізичної ядерної безпеки.

Правильне співвідношення між запобіганням, виявленням і реагуванням, які визначаються можливими загрозами. Розподіл на зони з обмеженим доступом. Система фізичного захисту - сукупність організаційно-правових, оперативно-розшукових та інженерно-технічних заходів.

### 4. Людина як чинник Фізичної ядерної безпеки.

Інциденти, пов'язані з ядерною фізичною безпекою, і функціональні порушення під час заходів, що передбачали використання радіоактивних матеріалів. Зловмисні акти, ненавмисні помилки персоналу, ергономіка, пов'язана з конструкцією та конфігурацією програмного та апаратного забезпечення, невідповідність організаційних процедур і процесів, а також поганим керівництво.

### Література:

1. Цель и основные элементы Государственного режима Физической ядерной Безопасности. Серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 20, Международное агентство по атомной энергии, Вена, 2014 год.
2. Рекомендации по физической ядерной безопасности, касающиеся физической защиты ядерных материалов и ядерных установок (INFCIRC/225/REVISION 5). Серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 13, Международное агентство по атомной энергии, STI/PUB/1481. ISBN 978-92-0-424110-5. ISSN 1816-9317. Вена, 2012 год.
3. Рекомендации по физической ядерной безопасности, касающиеся радиоактивных материалов и связанных с ними установок. Серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 14. Рекомендации МАГАТЭ, STI/PUB/1487, ISBN 978-92-0-422310-1, ISSN 1816-9317, Вена 2011.
4. Nuclear Security Series Glossary, Version 1.3. International atomic energy agency, Division of nuclear security, Vienna, 2015.
5. Серія МАГАТЄ з фізичної ядерної безпеки №20, Цілі та основні елементи державного режиму з фізичної ядерної безпеки основи фізичної ядерної безпеки, міжнародна агенція з атомної енергії, Відень 2013.
6. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання».
7. Физическая защита ядерных объектов. Учебник для высших учебных заведений/ Под ред. Н.С.Погожина. М, 2004. Авторы: П.В.Бондарев, А.В.Измайлов, Н.С.Погожин, А.И.Толстой

### **ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ**

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

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

Рейтинг (чисельний еквівалент оцінки з фахового випробування Ф) враховує рівень знань і умінь, які вступник виявив при виконанні комплексного фахового випробування. Кількість балів, набраних на іспиті (Ф), 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 по одному питанню з кожної дисципліни. Загалом білет містить три завдання, які обираються вступником за сліпим жеребом.

Оцінювання кожного завдання виконується за рейтинговою системою згідно таблиці 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 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 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 2021 році» при обчисленні конкурсного балу використовується шкала оцінювання від 100 до 200 балів. Перерахунок загального показника Ф у рейтингову оцінку фахового випробування П2 здійснюється згідно таблиці 2.

Таблиця 2 – Відповідність оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100...200 балів)

| Оцінка РСО | Оцінка ЄВІ | Оцінка РСО | Оцінка ЄВІ | Оцінка РСО | Оцінка ЄВІ | Оцінка РСО | Оцінка ЄВІ |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 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      |

## 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 143 Атомна енергетика  
 (назва)  
 ОПП магістра Фізичний захист та облік і контроль ядерних матеріалів  
 (назва)  
 Навчальна дисципліна Комплексне фахове випробування

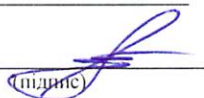
### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №

- Енергетика і її вплив на навколишнє середовище. Традиційні види енергії
- Джерела іонізуючого випромінювання. Відкриті та закриті ДІВ.
- Впровадження та аналіз системи ФЯБ

Затверджено на засіданні кафедри атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

Протокол № 10 від « 16 » лютого 20 22 року

Голова підкомісії

  
(підпис)

Валерій ТУЗ  
(прізвище та ініціали)

### РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

д.т.н., професор  Валерій ТУЗ

к.т.н., доцент  Борис ЛЕЩЕНКО

к.ф.-м.н., доцент  Сергій КЛЕВЦОВ

к.т.н., доцент  Тимофій БІБІК