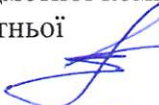


**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Голова Предметної комісії
Гарант освітньої
програми

 Валерій ТУЗ

« 31 » 01 2022 р.

ПОГОДЖЕНО:

Проректор з навчальної роботи
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

« 31 » 01 2022 р.



**ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ
для здобуття наукового ступеня доктор філософії
за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування**

*Програму рекомендовано Вченою радою Навчально-наукового інституту
атомної та теплової енергетики*

Київ – 2022

Зміст

1. Загальні відомості.....	3
2. Теми, що виносяться на екзаменаційне випробування.....	3
3. Навчально-методичні матеріали.....	6
4. Рейтингова система оцінювання.....	8
5. Приклад екзаменаційного білету.....	9

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вступний іспит на навчання для здобуття наукового ступеня доктор філософії спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» проводиться для тих вступників, які мають ступінь магістра*.

Освітня програма «Енергетичне машинобудування» відповідає місії та стратегії КПІ ім. Ігоря Сікорського, за якою стратегічним пріоритетом університету є фундаменталізація підготовки фахівців. Особливості освітньої програми враховані шляхом обрання відповідних розділів програми вступного іспиту. Проведення вступного випробування має виявити рівень підготовки вступника з обраної для вступу спеціальності.

Мета вступного випробування – визначення рівня набутих теоретичних та практичних знань, їх використанні 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 проводиться у вигляді комплексного іспиту з фахових дисциплін спеціальності 142 Енергетичне машинобудування і відповідних освітніх програм. Вступники повинні продемонструвати і підтвердити відповідний рівень теоретичних та практичних знань, отриманих при вивченні даних дисциплін. Екзаменаційний білет містить одне питання з розділів 1 – 4 програми та два питання – з розділів 4-8.

Вступне випробування проводиться письмово, його тривалість складає дві астрономічні години (120 хвилин) без перерви. Білет обирається вступником за сліпим жеребом. Теоретичне питання відповідно до програми вступних випробувань передбачає змістовне і обґрунтоване розкриття поставленого завдання.

Вступне випробування зі спеціальності проводиться у формі усного екзамену.

Інформація про правила прийому на навчання та вимоги до вступників освітньої програми «Енергетичне машинобудування» наведено в розділі «Вступ до аспірантури» на веб-сторінці аспірантури та докторантури КПІ ім. Ігоря Сікорського за посиланням <https://aspirantura.kpi.ua/>

*Відповідно доп.2 Розділу XV закону Про вищу освіту вища освіта за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліста прирівнюється до вищої освіти ступеня магістра

II. ТЕМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНЕ ВИПРОБОВУВАННЯ

1. Гідрогазодинаміка

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

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

Кінематичні методи й поняття при вивченні руху рідин і газів. Модель руху частинки рідини. Теорема Коші-Гельмгольца Кінематичні теореми: теорема Стокса та теорема 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.

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

Основні характеристики пограничного шару, його види, фізичні та математичні моделі.

Одновимірні течії газу. Стрибки ущільнення.

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. Теореми Карно. Ентропія і другий закон. Ентропія і термодинамічна вірогідність. Основна термодинамічна тотожність – об'єднання першого і другого законів термодинаміки.

Основні математичні методи. Рівняння Максвелла. 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 теплонасосні установки. Цикли повітряної та парокompресорної холодильних установок. Теплонасосні установки.

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

3. Тепломасообмін

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.

Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі. Теплопровідність та теплопередача плоскої та багаточислової 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 теплоти.

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 опису 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.

4. Енерго- і ресурсозбереження в енергетиці

Основні стратегічні завдання в сфері енергетичної безпеки. Основні напрямки та потенціал енергозбереження. Державне управління та регулювання в сфері енергозбереження. Управління енергоефективністю на рівні підприємства. Утилізація теплоти – один з найважливіших науково-технічних і організаційно-технологічних заходів з енергозбереження.

Теплообмінні апарати, їх класифікація та основні теплотехнічні характеристики. Основи теплового розрахунку рекуперативних теплообмінників. Особливості теплового розрахунку регенераторів. Основи теплового розрахунку контактних теплообмінників. Особливості конденсаційного режиму роботи теплоутилізаторів. Теплообмінники з проміжним теплоносієм. Основи теорії теплообмінників на основі вискоєфективних теплопередаючих елементів – теплових труб. Гідро- і аеромеханічні розрахунки теплообмінних апаратів.

Основні вимоги до розробки, виготовлення та експлуатації теплоутилізаторів. Основні загальні вимоги до теплоутилізаційних систем. Теплоутилізатори - водопідігрівачі. Теплоутилізатори-повітропідігрівачі. Теплоутилізатори на теплових трубах. Застосування теплових насосів для утилізації низькопотенційної теплоти. Сучасний стан і шляхи удосконалення теплоенергетичних технологій..

Характеристики енергозберігаючого ефекту. Визначення економічної ефективності від впровадження енергозберігаючих заходів.

5. Теплогідрравлічні процеси в енергетичних установках

Механізм процесу теплообміну при бульбашковому та плівковому кипінні. Особливості руху двофазної рідини в каналах енергетичних установок.

Структурні зміни пароводяного потоку в парогенеруючих елементах. Фізичні особливості процесів гідродинаміки та теплообміну у парогенеруючих каналах

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

Теплогідравлічна розвірка паралельних каналів. Безрозмірне рівняння гідравлічної діаграми. Вплив конструктивних особливостей елементу на теплогідравлічну розвірку. Особливості гідродинаміки колекторних систем.

Визначення рушійного та корисного напорів циркуляції. Оцінка надійності природньої циркуляції.

Гідродинамічні характеристики поверхонь, що обігріваються. Методи запобігання пульсацій теплоносія в циркуляційних контурах енергетичних установок.

Теплообмін на занурених парогенеруючих поверхнях теплообміну. Теплообмін у парогенеруючих каналах в умовах вимушеного руху теплоносія.

Механізм кризи тепловіддачі при кипінні теплоносія на занурених поверхнях теплообміну. Критична густина теплового потоку при кипінні теплоносія на занурених поверхнях теплообміну. Критична густина теплового потоку при кипінні теплоносія у парогенеруючих каналах в умовах вимушеного руху теплоносія.

6. Парові котли

Паровий котел в технологічній схемі процесу генерації пари. Класифікація парових котлів. Конструктивні схеми парових котлів. Поверхні нагріву парових котлів.

Елементарний склад палива. Характеристики палива. Продукти згоряння органічного палива. Тепловий баланс і ККД парового котла. Шарове спалювання твердого палива. Шарові та

шахтні топки. Камерне спалювання органічного палива. Спалювання твердого палива у киплячому шарі. Камерні топки. Спалювання газового, рідкого і твердого палива. Пальникові пристрої і їх компонування. Геометричні і радіаційні характеристики топкових камер.

Гідродинаміка пароводяної суміші в парових котлах з природньою циркуляцією. Надійність роботи контурів природньої циркуляції. Примусовий рух води і пари в трубах котлів. Теплогідравлічні розвірки. Гідравлічні схеми пароперегрівників. Регулювання температури перегрітої пари.

Пилоприготування. Підготовка рідкого палива.

Однорабанні котли. Водогрійні котли для покриття пікової теплової потужності, опалювальні водогрійні котли.

Металоконструкції, арматура і гарнітура котлів. Очистка поверхонь нагріву від зовнішніх забруднень та внутрішніх відкладень.

7. Комбіноване виробництво енергії

Нормативно-правові умови розвитку комбінованого виробництва в ЄС та Україні. Показники ефективності комбінованого виробництва. Методи розподілу витрат на виробництво електричної та теплової енергії.

Особливості теплозабезпечення промислових підприємств. Споживання теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Загальна характеристика систем теплозабезпечення. Коефіцієнт теплофікації. Передача теплової енергії.

Види сучасних технологій генерації, що застосовуються на ТЕЦ, сфери їх застосування. Теплофікаційні парові турбіни. Теплофікаційне устаткування ТЕЦ.

Газотурбінні установки ТЕЦ. Парогазові установки ТЕЦ. Підвищення маневреності ТЕЦ.

Двигуни внутрішнього згорання. Мікро-ТЕЦ та розподілена генерація. Тригенерація. Екологічні аспекти експлуатації ТЕЦ.

Резерви підвищення ефективності комбінованого виробництва в Україні.

8. Методи експериментального дослідження генерації пари

Вибір типу експериментальної установки і методу досліджень. Методи підведення теплового потоку. Адіабатні оболонки. Відбір проб води і пари. Методи організації нестационарних режимів.

Вимірювання температур потоків і твердих тіл. Визначення тисків та їх перепадів. Вимірювання витрат робочого середовища. Методи вимірювання рівнів. Методи дослідження структури потоків робочого середовища.

Методи дослідження напірного руху двофазних потоків в трубах і каналах. Дослідження теплообміну в парогенеруючих трубах. Методи дослідження стійкості руху потоку в парогенеруючих трубах. Методи дослідження розчинності речовин в воді та пари. Дослідження виносу речовин з краплями киплячої води. Методи визначення крапельного виносу рідини. Дослідження розподілу домішок між водою і насиченою парою. Дослідження відкладень домішок водного теплоносія на робочих поверхнях теплотехнічного обладнання.

ІІІ. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Основна література

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1987. – 840 с.
2. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейдлин А.Е. Техническая термодинамика: Учебник - 4-е изд., перераб.- М.: Энергоатомиздат, 1983.-416с.
3. Исаченко В.П. Теплопередача/ В.П.Исаченко, В.А.Осипова, Л.С.Сукомел – М: Энергия – 1975 – 483с.
4. Петухов Б.С. Теплообмен в ядерных энергетических установках/ Б.С. Петухов, Л.Г. Генин, С.А. Ковалев - М.: Энергоатомиздат, 1986, - 470с
5. Галин Н.М., Кириллов П.Л. Тепло-массообмен (в ядерной энергетике). М:

Энергоатомиздат, 1987 г.

6. Толубинский В.И. Теплообмен при кипении.
7. Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации. М., Энергия, 1977, 240 с.
8. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче/ Е.А.Краснощеков, А.С.Сукомел– М: Энергия – 1980 – 288с.
9. Семена М.Г., Гершуни А.Н., Зарипов В.К. Тепловые трубы с металловолоконистыми капиллярными структурами. - Киев, Вища школа, 1984.
10. Гершуни А.Н., Зарипов В.К. Энергосберегающее оборудование на базе тепловых труб. Методическое пособие, 1999.
11. Литовский Е.И., Левин Л.А. Промышленные тепловые насосы. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
12. Праховник А.В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах энергоснабжения. - Киев.: Освіта України, 2007.
13. Украина: Эффективность малой энергетики. Энергетический центр ЕС в Киеве, Программа Тасіс, 1995.
14. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. - М.: Мир, 1987.
15. Кутепов А.М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании/ А.М. Кутепов, Л.С. Стерман, Н.Г. Стюшин - М.: Высшая школа, 1986, - 448с.
16. Ковалев А.П. и др. Парогенераторы: Учебник для вузов /А.П. Ковалев, Н.С. Лелеев, Т.В. Виленский: Под общ. ред. А.П. Ковалева. – М.: Энергоиздат, 1985, 376 с.
17. Блох А.Г. Теплообмен в топках паровых котлов. Л., Энергоатомиздат, 1984, 240 с.
18. Липов Ю.М., Самойлов Ю.Ф., Модель З.Г. Компонировка и тепловой расчет парогенератора. Учебное пособие для вузов. – М.: Энергия, 1975, 176 с.
19. Кроль Л.Б., Розенгауз И.Н. Конвективные элементы мощных котельных агрегатов. М.: Энергия. 1976, 248 с.
20. Липов Ю.М., Самойлов Ю.Ф., Модель З.Г. Компонировка и тепловой расчет парогенератора. Учебное пособие для вузов. – М.: Энергия, 1975, 176 с.
21. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети.- М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
22. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.
23. Стырикович М.А., Резников М.И. Методы экспериментального изучения процессов генерации пара. – М.: Энергия, 1977.

Додаткова література:

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. 1,2.– М.: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1963. – 584 с.,728 с.
2. Фабрикант Н.Я. Аэродинамика. – М.: Наука,1964. – 816 с.
3. Андрущенко А.И. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок: Учебное пособие. -3-е изд., перераб. -М.: Высшая школа, 1985. -319 с.
4. ДСТУ 2339-94. Энергозбереження. Основні положення - Київ, Держстандарт України, 1994.
5. ДСТУ 2420-94. Энергозбереження. Терміни та визначення - Київ, Держстандарт України, 1994.
6. ДСТУ 2804-94. Энергобаланс промислового підприємства. Загальні положення. Терміни та визначення - Київ, Держстандарт України, 1994.
7. ДСТУ 3682-98. Энергозбереження. Повна енергоемність продукції, робіт і послуг. Методи визначення. - Київ, Держстандарт України, 1998.
8. Делайе Дж. Теплообмен и гидродинамика в атомной и тепловой энергетике/ Дж. Делайе, М. Гио, М. Ритмюллер /Пер. с англ. Под ред. П.Л. Кириллова / - М.: Энергоатомиздат, 1984, - 422с.
9. Петров П.А. Гидродинамика прямоточного котла/ П.А. Петров– М-Л: Гос. энерг. изд. 1960. – 168 с.
10. Хзмалян Д.М., Качан Я.А. Теория горения и топочные устройства. Под ред. Д.М. Хзмаляна. Учсб. Пособие для студентов высш. учеб. заведений. – М.: Энергия, 1976, 488 с.
11. Идельчик И.Е. Аэродинамика технологических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1983, 351 с.

12. Кузнецов Н.В. Рабочие процессы и вопросы усовершенствования конвективных поверхностей котельных агрегатов. – М.-Л: Госэнергоиздат, 1958, 172 с.
13. Клименко В.Н. Когенерационные системы с тепловыми двигателями: справочное пособие. – К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины. Ч.1. – 2008. – 600 с.
14. Теплоэнергетика – нові виклики часу/ За заг. Редакцією П.Омеляновського, Й.Мисака. – Львів: НВФ «Українські технології», 2009. – 660 с.
15. Циклис Д.С. Техника физико-химических исследований при высоких и сверхвысоких давлениях. – М.: Химия, 1976.

IV. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. 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 відповідною таблицею (п.4) .

2. На екзамені абітурієнти готуються до усної відповіді на завдання екзаменаційного білету.

Кожне завдання комплексного фахового вступного випробування містить три теоретичні питання. Перші два питання є загальними за галуззю інформаційних технологій. Останнє питання орієнтоване на спеціальну підготовку вступника.

Кожне з перших двох питань оцінюється у 30 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації – 27-30 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації (припустимі незначні неточності) – 23-26 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (відповідь містить певні недоліки) – 18-22 бали;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Третє питання оцінюється у 40 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації – 36-40 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації (припустимі незначні неточності) – 30-35 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (відповідь містить певні недоліки) – 24-29 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

3. Сума балів за відповіді на екзамені переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

4. Сума балів за відповіді на екзамені 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

V. ПРИКЛАД ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Освітній ступінь

доктор філософії

(назва)

Галузь знань

14 Електрична інженерія

(шифр та назва)

Спеціальність

142 Енергетичне машинобудування


(шифр та назва)

БІЛЕТ ВСТУПНОГО ІСПИТУ № _____

- 1. Проаналізуйте процес стаціонарної теплопровідності прямого ребра прямокутного профілю. Розкрийте поняття коефіцієнту ефективності ребра.*
- 2. Обґрунтуйте методи Карнотизації для циклу Ренкіна.*
- 3. Проведіть аналіз доцільності використання рекуперативних та регенеративних утилізаторів теплоти.*

Затверджено

Гарант ОНП доктора філософії «Енергетичне машинобудування»


(підпис)

Валерій ТУЗ
(прізвище та ініціали)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Туз Валерій Омелянович д.т.н., професор, завідувач кафедри атомної енергетики
Лебедь Наталія Леонідівна к.т.н., доцент, доцент кафедри атомної енергетики
Воробйов Микита Валерійович к.т.н., старший викладач кафедри атомної енергетики

Програму рекомендовано:

Вченою радою Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Голова вченої ради

 Євген ПИСЬМЕННИЙ

протокол № 6

від «31» 01 2022 р.