

Затверджую



Голова Приймальної комісії
Ректор

Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ

25.04.2024
дата

ПРОГРАМА
додакового вступного випробування

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії
«Енергетичне машинобудування»

за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю
142 Енергетичне машинобудування

Протокол № 4 від «17» квітня 2024 р.

Голова НМК

Валерій ТУЗ

Зміст

1. Загальні відомості.....	3
2. Теми, що виносяться на екзаменаційне випробування.....	3
3. Навчально-методичні матеріали.....	5
4. Рейтингова система оцінювання.....	6
5. Приклад екзаменаційного білету.....	7

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

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

Мета додаткового вступного випробування – виявлення достатнього рівня набутих теоретичних та практичних знань вступника в області спеціальності, обраної для вступу, 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 додаткове випробування проводиться у вигляді комплексного іспиту з фахових дисциплін спеціальності 142 Енергетичне машинобудування. Вступники повинні продемонструвати і підтвердити відповідний рівень теоретичних та практичних знань, отриманих при вивченні даних дисциплін.

Додаткове вступне випробування проводиться письмово його тривалість складає дві астрономічні години (120 хвилин) без перерви. Білет обирається вступником за сліпим жеребом, і включає питання з кожної дисципліни програми додаткового вступного випробування. Теоретичне питання відповідно до програми додаткового вступного випробування передбачає змістовне розкриття поставленого завдання.

Додаткове вступне випробування (для вступників за іншою спеціальністю) 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.

Додаткове 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 ДОДАТКОВЕ 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 парокомпресорної 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 багат шарової 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. 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 конструювання. Геометричні і радіаційні характеристики топкових камер. Розрахунок сумарного теплообміну в топці (метод ЦКТИ). Основні розрахункові співвідношення.

Гідрравлічний опір трубних систем в котельних установках. Гідродинаміка пароводяної суміші в парових котлах з природньою циркуляцією. Надійність роботи контурів природньої циркуляції. Примусовий рух води і пари в трубах котлів. Теплогідрравлічні розвірки. Гідрравлічні схеми пароперегрівників. Вплив теплових розвірок на роботу ПП. Регулювання температури перегрітої пари.

Пилоприготування. Підготовка рідкого палива.

Однобарабанні 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.

Методика аеродинамічного розрахунку тракту димових газів котельної установки.

Умови роботи поверхонь нагріву парового котла. Розрахунки на міцність основних елементів парового котла.

III. НАВЧАЛЬНО МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Основна література

1. Турик В.М. Гідрогазодинаміка. Курс лекцій [Ел. ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика, КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 145 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41225>

2. Вамболь С.О., Міщенко І.В., Кондратенко О.М. Технічна механіка рідини і газу: підручник. Х. : НУЦЗУ, 2016. – 300 с. http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/1102/ychebnik.pdf

3. Буляндра, О. Ф. Технічна термодинаміка : підруч. для студентів енерг. спец. вищ. навч. закладів. К.: Техніка, 2001. – 320 с. <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/853>

4. Чеботарьов В.О., Беркута А.Д. Технічна термодинаміка. - К: Вища шк., 1969.- 280 с.

5. Погорелов А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку): навч. Посібник для вузів, 4-те видання, виправлене. Львів: Новий світ-2000, 2006. – 144 с. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Pogorelov_2006_144.pdf

6. Константинов С.М. Теплообмін: підручник. К.: ВПІ ВПК «Політехніка»: Ірнес, 2005. – 304 с. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Konstantinov_2005_304.pdf

7. Шевель Є.В., Воробйов М.В. Теплообмін при кипінні. Навчальний посібник з дисципліни «Теплообмін при фазових перетворюваннях і випромінюванні» [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів які навчаються за спеціальностями 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,68 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 57 с.

8. Шевель Є. В., Воробйов М.В. Теплообмін при конденсації. Навчальний посібник з

дисципліни «Теплообмін при фазових перетвореннях і випромінюванні» [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів які навчаються за спеціальностями 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика, КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 2,94 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 33 с.

9. Степанов Д. В. Корженко Є.С. Боднар Л. А. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2011. – 120 с.

10. Гічов Ю.О. Теплові електростанції і проблеми перетворення енергії. Частина I. [Навчальний посібник]. – Дніпро : НМетАУ, 2017. – 59 с.

https://nmetau.edu.ua/file/24_gichov_yu.o._teplovi_elektrstantsiyi_i_problemi_peretvorenniya_energiyi_chastina_i.pdf

11. Гічов Ю.О. Джерела теплопостачання промислових підприємств. Частина 2. [Конспект лекцій]. – Дніпро: НМетАУ, 2011. – 49 с.

https://nmetau.edu.ua/file/12_gichov_yu.o._dzherela_teplopostachannya_promislovih_pidpriemstv_chastina_ii.pdf

16. Борисенко А. В., Пешко В. А.. Основи теплової енергетики: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 149 с.

Додаткова література:

1. Толубинский В.И. Теплообмен при кипении.
2. Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации. М., Энергия, 1977, 240 с.
3. ДСТУ 2339-94. Енергозбереження. Основні положення - Київ, Держстандарт України, 1994.
4. ДСТУ 2420-94. Енергозбереження. Терміни та визначення - Київ, Держстандарт України, 1994.
5. ДСТУ 2804-94. Енергобаланс промислового підприємства. Загальні положення. Терміни та визначення - Київ, Держстандарт України, 1994.
6. ДСТУ 3682-98. Енергозбереження. Повна енергоємність продукції, робіт і послуг. Методи визначення. - Київ, Держстандарт України, 1998.
7. Клименко В.Н. Когенерационные системы с тепловыми двигателями: справочное пособие. – К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины. Ч.1. – 2008. – 600 с.
8. Теплова енергетика – нові виклики часу/ За заг. Редакцією П.Омеляновського, Й.Мисака. – Львів: НВФ «Українські технології», 2009. – 660 с.

IV. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНКИ РІВНЯ

Рейтинг (чисельний еквівалент оцінки з додаткового вступного випробування В) враховує рівень знань і умінь, які вступник виявив при виконанні додаткового вступного випробування. Кількість балів, набраних на іспиті (В), формується як середньоарифметична сума балів, нарахованих вступнику за виконання кожного завдання додаткового вступного випробування. Теоретичне питання відповідно до програми додаткових вступних випробувань передбачає змістовне і обґрунтоване розкриття поставленого завдання. Білет обирається вступником за сліпим жеребом.

Білет складається з двох частин: тестової і основної.

Тестове завдання включає 10 питань. Кожне питання має три варіанти відповіді, з яких слід обрати правильну. Кожна правильна відповідь на питання оцінюється у 2,5 бали. Загалом можна отримати $V_{тес} = 25$ балів.

Завдання основної частини додаткового вступного випробування містить три теоретичні питання. Оцінювання кожного завдання основної частини виконується за рейтинговою системою згідно таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахунок оцінки виконання кожного завдання додаткового вступного випробування

Характер виконання завдання	Кількість рейтингових балів
Вступник змістовно і обґрунтовано розкрив теоретичне питання (не менше 95% потрібної інформації). Допускається одне незначне виправлення.	70-75
Вступник змістовно розкрив теоретичне питання, але обґрунтування виконано недостатньо (не менше 85% потрібної інформації). Допускається два незначних виправлення	65 - 74
Вступник змістовно розкрив теоретичне питання (не менше 75% потрібної інформації). Допускається три незначних виправлення.	55 - 64
Вступник розкрив теоретичне питання (не менше 65% потрібної інформації). Допускається чотири незначних виправлення.	45 - 54
Вступник розкрив теоретичне питання, але недостатньо (не менше 60% потрібної інформації). Допускається п'ять незначних виправлень.	30 - 44
Вступник не розкрив теоретичне питання (менше 59% потрібної інформації), чи надав відповідь, яка не відповідає сутності завдання. Кількість виправлень – більше п'яти	29 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;
- неохайно написаний текст відповіді із значною кількістю виправлень, що суттєво ускладнює сприйняття відповіді – 1...3 штрафні бали.

Загальний показник основної частини $V_{осн}$ визначається, як середньоарифметичне значення балів, нарахованих вступнику за окремі завдання додаткового вступного випробування. Для випробування, яке складається із 3-х завдань: $V_{осн} = (V_1 + V_2 + V_3) / 3$.

Ітогова кількість балів за іспит $V = V_{тес} + V_{осн}$. Для переведення сумарного рейтингу V у традиційні оцінки слід користуватися таблицею 2.

Таблиця 2 – Відповідність сумарного рейтингу V

Кількість балів	Оцінка
100-95	Зараховано
94-85	
84-75	
74-65	
64-60	
59 і менше	Не зараховано

У. 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 ДОДАТКОВОГО ВСТУПНОГО ІСПИТУ №

I частина (тестова)

1. Для яких речовин справедливе диференційне рівняння рівноваги
/варіанти відповіді/

- А. Для газів;
- Б. Для краплинних рідин;
- В. Для краплинних рідин і для газів.

2. Вираз для визначення коефіцієнту тертя в трубі при турбулентному режимі руху рідини визначається за формулою

/варіанти відповіді/

- А) $\lambda_{тр} = 64/Re + 0,136/Re^{0,18}$;
- Б) $\lambda_{тр} = 64/Re$;
- В) $\lambda_{тр} = 0,3164/Re^{0,25}$.

3. Яке рівняння може бути застосовано для описання стану ідеальних газів.

/варіанти відповіді/

- А) $\frac{P}{\rho} = RT$;
- Б) $\frac{P}{\rho RT} = Z_c$;
- В) $\left(P + \frac{a}{(1/\rho)^2}\right) \left(\frac{1}{\rho} - b\right) = RT$.

4. Визначити абсолютний тиск газу в резервуарі, якщо показання манометра складають 305 мм рт. ст., а барометра - відповідно 745 мм рт. ст.

/варіанти відповіді/

- А) $P_{абс} = 1125$ мм рт. ст. $= 1,5 \cdot 10^5$ Н/м² $= 1,5 \cdot 10^5$ Па $= 1,5$ бар;
- Б) $P_{абс} = 1200$ мм рт. ст. $= 1,6 \cdot 10^5$ Н/м² $= 1,6 \cdot 10^5$ Па $= 1,6$ бар;
- В) $P_{абс} = 1050$ мм рт. ст. $= 1,4 \cdot 10^5$ Н/м² $= 1,4 \cdot 10^5$ Па $= 1,4$ бар.

5. В циліндрі двигуна внутрішнього згорання паливо-повітряна суміш стискається до тиску $P = 16$ бар $= 1,6 \cdot 10^6$ Па. Температура в кінці процесу 370 °С ($643,15$ К). Згорання суміші за умови сталого об'єму відбувається із виділенням 400 кДж теплоти на 1 кг суміші. Визначити тиск і температуру в циліндрі в кінці процесу згорання. В розрахунках прийняти газову сталу суміші $R = 287$ Дж/(кг·К), і теплоємність $c = c_v = 0,722$ кДж/(кг·К).

/варіанти відповіді/

- А) Температура в циліндрі в кінці процесу згорання $t_2 = 924$ °С, або $T_2 = 1197,15$ К. Тиск в циліндрі в кінці процесу згорання: $P_2 = 29,7$ бар $= 2,97 \cdot 10^6$ Н/м² $= 2,97 \cdot 10^6$ Па;
- Б) Температура в циліндрі в кінці процесу згорання $t_2 = 924,02$ °С, або $T_2 = 1197,17$ К.
Тиск в циліндрі в кінці процесу згорання: $P_2 = 29,78$ бар $= 2,978 \cdot 10^6$ Н/м² $= 2,978 \cdot 10^6$ Па;
- В) Температура в циліндрі в кінці процесу згорання $t_2 = 924,15$ °С, або $T_2 = 1197,3$ К. Тиск в циліндрі в кінці процесу згорання: $P_2 = 29,8$ бар $= 2,98 \cdot 10^6$ Н/м² $= 2,98 \cdot 10^6$ Па.

6. В яких випадках для описання процесу теплопровідності в тілі використовують рівняння Лапласа $\nabla^2 t = 0$?

/варіанти відповіді/

- А) Для опису стаціонарних процесів при відсутності внутрішніх джерел (стоків) теплоти;
- Б) Для опису нестаціонарних процесів;
- В) Для опису процесів при відсутності внутрішніх джерел (стоків) теплоти.

7. Якими граничними умовами визначається закон взаємодії між твердим тілом і оточуючим середовищем, якщо відомі температури рідини t_p і стінки t_c .

/варіанти відповіді/

А) $q = \alpha \cdot (t_c - t_p)$;

Б) $q = f(x, y, z, \tau)$;

В) $\lambda_1 \cdot \left(\frac{\partial t_1}{\partial n} \right)_c = \lambda_2 \cdot \left(\frac{\partial t_2}{\partial n} \right)_c$.

8. Число Рейнольдса дорівнює 1200, число Пекле – 470. Підрахуйте число Прандтля

/варіанти відповіді/

А) 0,90;

Б) 0,39;

В) 3,15.

9. Для якого вугільного млина застосовується бункер вугільного пилу:

/варіанти відповіді/

А) кулько-барабаного;

Б) молоткового;

В) валкового.

10. Яка нижча тепло згорання умовного палива

/варіанти відповіді/

А) 7000 ккал/кг або 29,33 МДж/кг;

Б) 7000 ккал/кг або 23,33 МДж/кг;

В) 8000 ккал/кг або 29,33 МДж/кг.

II частина (основна)

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

Голова НМК за спеціальністю 142 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., доцент кафедри атомної енергетики

Сорокова Наталія Миколаївна, д.т.н., с.н.с., професор кафедри атомної енергетики