

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор



М.В. Поляков

« 9 » квітня 2019 р.

УЗГОДЖЕНО

Проректор

з науково-педагогічної роботи

В.А. Куземко

« 9 » квітня 2019 р.

**ПРОГРАМА
ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

для вступу на навчання за освітнім рівнем магістра
на основі освітнього ступеня бакалавра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста)
за спеціальністю 144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА
(Освітня програма - **Теплоенергетика**)

Розглянуто на засіданні вченої ради
механіко-математичного факультету
від « 19 » березня 2019 р. протокол № 8

Голова вченої ради _____ (О.В. Хамініч)

Дніпро
2019

Укладачі програми:

1. Книш Людмила Іванівна, зав. кафедри АГМ та ЕМП;
2. Дреус Андрій Юлійович, проф. кафедри АГМ та ЕМП;
3. Губін Олександр Ігорович, доц. кафедри АГМ та ЕМП
4. Карплюк Володимир Іванович, доц. кафедри АГМ та ЕМП.

Програма ухвалена:

на засіданні кафедри АГМ та ЕМП

від «26» лютого 2019 р. протокол № 10

Завідувач кафедри


(підпис)

(Книш Л.І.)

(прізвище та ініціали)

- на засіданні науково-методичної ради за спеціальністю 144

ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА від «26» лютого 2019 р. протокол № 10

Голова


(підпис)

(Книш Л.І.)

(прізвище та ініціали)

I ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Фахове випробування – форма вступного випробування для вступу на основі здобутого ступеня бакалавра, магістра або освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста, яка передбачає перевірку здатності до опанування освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти на основі здобутих раніше компетентностей.

Результати фахового вступного випробування зараховуються для конкурсного відбору осіб, які на основі ступеня бакалавра, магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста) вступають на навчання для здобуття ступеня магістра. Приймальна комісія університету допускає до участі у конкурсному відборі осіб, які за результатом фахового вступного випробування отримали не менше 40 балів за шкалою від 0 до 100 балів.

Програма фахового випробування для вступу на навчання за освітнім рівнем магістра за спеціальністю за спеціальністю 144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА, (Освітня програма - Теплоенергетика) містить питання з таких нормативних навчальних дисциплін природничо-наукової та професійної підготовки бакалавра за спеціальністю 144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА (Освітня програма - Теплоенергетика):

1. Тепломасообмін;
2. Методи дослідження процесів теплообміну;
3. Технічна термодинаміка;
4. Гідрогазодинаміка;

II ПЕРЕЛІК ТЕМ, З ЯКИХ ВІДБУВАЄТЬСЯ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНИКА

1. Навчальна дисципліна №1 Тепломасообмін.

Тема 1. *Основні поняття та визначення.* Предмет та основні задачі теорії. Місце цієї дисципліни в підготовці інженера-теплоенергетика. Основні поняття та визначення. Види розповсюдження теплоти: теплопровідність, конвекція, теплове випромінювання.

Тема 2. *Теплопровідність.* Основний закон теплопровідності (закон Фур'є). Коефіцієнт теплопровідності. Диференціальне рівняння теплопровідності. Умови однозначності. Основи теорії узагальнених змінних. Безрозмірні критерії в теорії теплообміну. Теплопровідність крізь стінки різної геометрії при стаціонарному режимі. Теплопровідність тіл з внутрішніми джерелами теплоти. Теплопередача, коефіцієнт теплопередачі для стінок різної геометрії. Поняття критичного радіусу товщини ізоляції. Основні відомості про нестационарну теплопровідність. Розв'язання крайової задачі теплопровідності методом розділення змінних. Регулярний режим охолодження (нагрівання) тіл, перша та друга теореми Кондрат'єва. Задача Стефана.

Тема 3. *Конвективний теплообмін.* Фізична суть конвективного теплообміну. Вимушена, вільна та змішана конвекції. Формула Ньютона-Ріхмана. Тепловий та динамічний пограничні шари. Коефіцієнт тепловіддачі. Система рівнянь конвективного теплообміну. Особливості конвективного

теплообміну при турбулентному режимі течії. Гідродинамічна та теплова подоба. Критеріальні рівняння конвективного теплообміну, принципи побудови критеріальних рівнянь. Теплообмін при вимушеному русі газу в трубах та каналах. Теплообмін при вимушеному поперечному обтіканні труб. Теплообмін при вільній конвекції.

Тема 4. *Теплообмін при змінюванні агрегатного стану речовини.* Процеси з фазовими перетвореннями, прихована теплота фазового перетворення. Теплообмін при кипінні в великому об'ємі, крива кипіння. Елементи гідродинаміки двохфазного потоку. Теплообмін при кипінні в трубах. Теплообмін при конденсації. Тепловіддача при плівкової конденсації, задача Нусельта.

Тема 5. *Теплообмін випромінюванням.* Фізика випромінювання, радіаційні властивості. Поняття чорного та сірого тіл. Основні закони теплового випромінювання (Планка, Віна, Стефана-Больцмана). Радіаційні функції. Кутові коефіцієнти випромінювання їх властивості та визначення. Закон Кіргофа. Види потоків випромінювання. Розрахунок теплообміну випромінюванням між твердими тілами. Випромінювання за наявності екранів. Теплове випромінювання газів, складний теплообмін.

Тема 6. *Масообмін.* Поняття масообміну, закон Фіка, термо- баро- та концентраційна дифузії, коефіцієнт дифузії, масообмін в двокомпонентних середовищах, масовіддача при випаровуванні.

2. Навчальна дисципліна №2 Методи дослідження процесів теплообміну.

Тема 1. Вступ. Математичні моделі і чисельні методи. Етапи застосування чисельних методів при розв'язанні певної задачі. Наближений аналіз. Поняття близькості. Структура похибки.

Тема 2. Апроксимація та її порядок. Необхідність чисельної дискретизації. Основні поняття методу скінченних різниць. Типи розрахункових сіток. Шаблон. Скінченно-різницева апроксимація похідних. Нев'язка. Методи укладання схем: метод різницевої апроксимації, інтегро-інтерполяційний метод, метод невизначених коефіцієнтів. Приклади застосування інтегро-інтерполяційного методу та методу невизначених коефіцієнтів для рівняння теплопровідності. Різницева схема в нерегулярних вузлах. Спосіб фіктивних точок. Метод зменшення невязки. Порядок апроксимації. Випадок однієї змінної. Випадок багатьох змінних. Поняття норми. Чебишевська, гільбертова та енергетична норми.

Тема 3. Стійкість. Приклад нестійкої схеми. Основні поняття і визначення. Ознака рівномірної стійкості по початкових даних. Ознака стійкості по правій частині. Методи дослідження стійкості різницевих схем. Принцип максимуму. Приклад застосування принципу максимуму. Метод поділу змінних. Ознака стійкості. Ознака нестійкості. Приклад застосування метода поділу змінних.

Тема 4. Збіжність і монотонність. Основна теорема збіжності. Оцінки точності. Визначення порядку точності на прикладі першої крайової задачі теплопровідності. Порівняння схем на тестах. Монотонність різницевих схем.

Ознака монотонності. Приклад застосування ознаки монотонності для задачі Коші. Дисипативні схеми.

Тема 5. Постановка задачі в одновимірному випадку. Особливості розв'язання параболічних рівнянь.

Тема 6. Сімейство неявних схем: існування розв'язку, апроксимація, стійкість, збіжність, монотонність. Явні схеми: Річардсона і Дюфорта-Франкела. Схема розрахунку, що біжить.

Тема 7. Найкраща схема: стійкість, збіжність, монотонність. Параболічне рівняння в криволінійних координатах. Квазілінійне рівняння теплопровідності.

Тема 8. Економічні схеми для багатовимірного рівняння теплопровідності. Продольно-поперечна схема (схема змінних напрямків): існування й унікальність різницевого розв'язку, апроксимація, стійкість, збіжність. Локально-одновимірний метод: обчислення розв'язку, апроксимація, стійкість, збіжність.

3. Навчальна дисципліна №3 Технічна термодинаміка.

Тема 1. *Основні поняття і визначення.* Предмет і метод термодинаміки. Термодинамічні параметри. Параметри стану.

Тема 2. *Рівняння стану. Суміш ідеальних газів.* Рівняння стану в диференціальній формі. Термічні коефіцієнти. Рівняння стану ідеального газу. Розрахунок густини і питомого об'єму газу. Універсальне рівняння стану ідеального газу. Суміш ідеальних газів.

Тема 3. *Перший закон термодинаміки.* Еквівалентність теплоти і роботи. Дослід Джоуля. Закон збереження і перетворення енергії. Внутрішня енергія системи. Закон Джоуля. Внутрішня енергія ідеального газу. Робота і теплота. Аналітичні вирази для роботи і теплоти процесу. PV -діаграма. Взаємодія термодинамічної системи з навколишнім середовищем. Аналітичний вираз першого закону термодинаміки. Деякі формулювання першого закону термодинаміки. Ентальпія.

Тема 4. *Теплоємність газів. Основні поняття і визначення.* Масова, об'ємна і молярна теплоємності ідеального газу. Теплоємність при постійних об'ємах і тиску. Рівняння Майєра. Визначення газу з використанням молекулярної і кінетичної теорії газів. Відношення теплоємностей C_p до C_v . Істина і середня теплоємності. Теплоємність газової суміші.

Тема 5. *Основні термодинамічні процеси ідеальних газів. Метод дослідження.* Процес при постійному об'ємі (ізохорний). Процес при постійному тиску (ізобарний). Процес при постійній температурі (ізотермічний). Процес без теплообміну з навколишнім середовищем (адіабатний). Політропний процес. Дослідження політропних процесів.

Тема 6. *Другий закон термодинаміки.* Суть другого закону термодинаміки. Зворотні та незворотні процеси. Кругові термодинамічні процеси або цикли. Термічний к.к.д. і холодильний коефіцієнт циклів. Зворотній цикл Карно. Математичний вираз другого закону термодинаміки. Ентропія. Зміна ентропії в зворотних та незворотних процесах.

Тема 7. *Витік та дроселювання газу та пари.* Рівняння руху. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку газу. Розрахована робота газу в

потоці. Рівняння нерозривності. Швидкість витoku. Секундні витрати ідеального газу через сопло. Витік газу з посудини безмежної ємності. Основні умови течії ідеального газу по каналах змінного перерізу. Сопло Лаваля. Витік газу з врахуванням тертя. Параметри гальмування.

Тема 8. *Вологе повітря. Водяна пара.* Короткі відомості про рівновагу. Термодинамічна рівновага при взаємодії системи з навколишнім середовищем. Умови стійкості і рівноваги в ізольованій однорідній системі. Умови фазової рівноваги. Фазові діаграми. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса.

Тема 9. *Термодинамічний аналіз процесів перетворювачів енергії.* Задачі зворотних циклів термодинамічного аналізу. Теплові двигуни. Методи порівняння ККД.

Тема 10. *Цикли теплових ДВЗ. Цикли газотурбінних установок.* Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання. Цикли газотурбінних установок. Цикли реактивних двигунів.

Тема 11. *Цикли паросилових установок.* Паровий цикл Карно. Цикл Ренкіна. Вплив параметрів пари на величину термічного ККД циклу Ренкіна. Цикл з проміжним перегрівом пари. Регенеративний цикл паротурбінної установки. Бінарні цикли. Термодинамічні основи теплофікації. Цикли парогазових установок. Цикли атомних енергетичних установок. Енергетичні установки з МГД-генератором.

Тема 12. *Пряме перетворення енергії.* Загальне поняття про сонячні теплогенератори, сонячні електричні парогенератори. Лазерні теплогенератори. Цикли установок з магнітодинамічними генераторами.

Тема 13. *Цикли холодильних машин, теплового насосу.* Цикл повітряної холодильної машини. Цикл парокомпресорної холодильної установки. Цикл теплового насосу.

4. Навчальна дисципліна №4 Гідрогазодинаміка.

Тема 1. Основні поняття механіки суцільного середовища.

Гіпотеза суцільності. Густина рідини. Гідрогазодинамічні поля. Основні властивості скалярних та векторних полів і операції над ними (градієнт, дивергенція, потік через поверхню, вихор, циркуляція, формули Остроградського-Гауса, формули Стокса, рівняння Коши).

Тема 2. Кінематика рідин та газів.

Два підходи до вивчення руху рідин (газів): метод Ейлера та метод Лагранжа. Закон руху суцільного середовища. Змінні Ейлера та змінні Лагранжа. Зв'язок між змінними Ейлера та Лагранжа.

Кінематичні поняття: траєкторії та лінії току, їх диференційні рівняння. Вихорові лінії, поверхні та трубки. Деякі властивості течій нестисливої рідини та соленоїдальних полів взагалі.

Тема 3. Основні рівняння гідродинаміки.

Закон збереження маси і рівняння нерозривності. Зовнішні і внутрішні сили (масові та поверхневі сили). Рівняння руху суцільного середовища у напруженнях (рівняння Коши). Модель ідеальної рідини. Рівняння руху

ідеальної рідини (рівняння Ейлера). Кінематичний аналіз течії ідеальної рідини. Інтеграли Бернуллі для ідеальної та реальної рідини.

Тема 4. Гідростатика.

Основні рівняння гідростатики. Розподіл тиску в рідині, яка знаходиться у спокої. Гідравлічні прилади та установки, які працюють на законах гідростатики. Барометричні формули. Рівновага рідини в інерціальній системі координат.

Тема 5. Закон Архімеда для занурених та тіл що плавають.

Сила та момент, що діють на занурене у рідину тіло. Закон Архімеда. Використання закону Архімеда. Плавання тіла на поверхні рідини. Поняття про стійкість не стійкість плавання тіл.

Тема 6. Зведення рівнянь плоских течій до апарату теорії аналітичних функцій комплексного змінного.

Потенціальні плоскі течії нестисливої рідини. Зв'язок гідродинамічних течій з аналітичними функціями комплексного змінного. Функція току і комплексний потенціал. Гідродинамічна інтерпретація похідної від комплексного потенціалу. Гідродинамічна інтерпретація найпростіших аналітичних функцій: лінійної, квадратичної, логарифмічної тощо.

Тема 7. Обтікання нестисливою рідиною абсолютно твердого контуру.

Постановка задачі обтікання нерухомого контуру нестисливою рідиною. (Задачі Дирихле та Неймана). Граничні умови непротікання.

Розв'язок задачі про обтікання циліндру. Аналіз розв'язку задачі обтікання кола з циркуляцією і без неї. Дослідження розподілу тиску по поверхні циліндру.

Тема 8. Метод конформних відображень в плоских задачах обтікання довільного контуру.

Постановка задачі про обтікання (рух) довільного контуру в нестисливій рідині. Формули Чаплигіна-Блазіуса для сили і моменту, діючих на контур. Формула Жуковського для піднімальної сили. Метод конформних відображень для довільного контуру. Гіпотеза Чаплигіна-Жуковського про гостру окрайку профілю.

Тема 9. Рівняння Нав'є-Стокса.

В'язка (реальна) рідина, її характеристики. Закон Ньютона і узагальнений закон Ньютона. Отримання рівнянь Нав'є-Стокса. Граничні умови прилипання. Поняття про подібність течій в в'язкій рідині. Критерії подібності Фруда та Рейнольдса.

Тема 10. Точні (аналітичні) та наближені розв'язки рівнянь Нав'є-Стокса. Течія Куетта. Течія в'язкої рідини в циліндричній трубі (течія Пуазейля). Поняття ламінарного та турбулентного руху. Критерій переходу.

Тема 11. Основні положення теорії пограничного шару.

Отримання рівнянь теорії пограничного шару – рівнянь Прандтля. Граничні умови для рівнянь Прандтля. Точний аналітичний розв'язок рівнянь пограничного шару – задача Блазіуса. Формула Блазіуса. Товщина пограничного шару.

Тема 12. Основні параметри течій рідин та газів.

Про особливості динаміки газу. Відомості з термодинаміки. Швидкість звуку в газі. Число Маха, як критерій динамічної стисливості газу. Рівняння

енергії для одномірної течії газу. Отримання рівняння енергії в одномірній постановці для стаціонарних течій. Рівняння енергії енергоізолюваної течії. Газодинамічні функції адіабатичних течій. Вимір швидкості газу.

Тема 13. Стрибки ущільнення.

Прямі стрибки ущільнення. Ударна адіабата. Теорема Г. Цемплена. Косі стрибки ущільнення. Основні співвідношення для косих стрибків ущільнення.

Тема 14. Хвилі розширення в плоскому надзвуковому потоці газу.

Аналіз течії газу у центрованій хвилі розширення. Хвилі розширення при звуковій початковій швидкості. Хвилі розширення при надзвуковій початковій швидкості.

Тема 15. Течії газу в соплах і газоводах.

Теорема про звернення впливу. Елементарна теорія геометричного сопла. Течії газу по циліндричним трубам з урахуванням тертя.

III ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

До навчальної дисципліни №1 Тепломасообмін.

Основна

1. Беляев Н.М. Термодинамика. – К.: Вища школа, 1987. – 344 с.
2. Беляев Н.М., Рядно А.А. Методы теории теплопроводности. – Учеб. пособие для вузов. В 2-х частях. – М.: Высш. школа, 1982.
3. Лыков А.В. Тепломассообмен. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.

Додаткова

1. Никитенко Н.И. Теория тепломассопереноса. – К.; Наук. думка, 1983 с. – 349 с.
2. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.; Энергоиздат, 1981. – 485 с.

До навчальної дисципліни №2 Методи дослідження процесів теплообміну

1. Бахвалов Н.С. Численные методы. – М.: Наука, т. 1, 1975.
2. Годунов С.К., Рябенский В.С. Введение в теорию разностных схем. – М.: Физматгиз, 1977.
3. Дьяченко В.Ф. Основные понятия вычислительной математики. – М.: Наука, 1977.
4. Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырный П.И. Вычислительные методы. – М.: Наука, т. 1, 1976, т. 2, 1977.

Додаткова

1. Мак-Кракен Д., Дорн У. Численные методы и программирование на ФОРТРАНе. – М.: Мир, 1969.
2. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. – М.: Наука, 1977.
3. Рихтмайер Р.Д., Мортон К. Разностные методы решения краевых задач. – М.: Мир, 1972.
4. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977.

До навчальної дисципліни №3 Технічна термодинаміка.

Основна

1. Беляев Н.М. Термодинамика - К:Вища школа, 1987. - 345с.
2. Болгарский А.В., Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача - М:Высш.шк., 1975. - 496с.
3. Болгарский А.В., Голдобеев В.И., Идиатуллин Н.С., Толкачев Д.Ф. Сборник задач по термодинамике и теплопередачи. Учеб. пособие для авиационных вузов - М:Высш.шк., 1972. - 304с.

Додаткова

1. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача - М.:Высш.шк., 1969. - 560с.
2. Сборник задач по технической термодинамике: Учеб. пособие для вузов/ Андрианова Т.Н., Дзамнов Б.В. и др. - М:Энергоиздат, 1981. – 240с.

До навчальної дисципліни №4 Гідрогазодинаміка.

Основна

1. Ламб Г. Гидродинамика: Монография / Г. Ламб. – М., 1947. – 532с.
2. Кочин Н.Е. Теоретическая гидромеханика / Н.Е. Кочин, И.А. Кибель, Н.В. Розе. – М., 1963, - Т.1, Т.2.
3. Давідсон В.Є., Личагін М.М. Вступ до газодинаміки. – Дніпропетровськ. Вид-во: Дніпроп. Ун-ту. 2004. – 215 с.
4. Давидсон В.Е. Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах. Днепропетровск. Изд-во: ДНУ. 2006. – 380 с.

Додаткова

- 1 Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976. – 888 с.
- 2 Седов Л.И. Механика сплошной среды / Л.И. Седов. – М., 1970, – Т.І, Т.ІІ.

IV СТРУКТУРА ВАРІАНТУ ДОДАТКОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Кожний варіант фахового вступного випробування містить 25 тестових питань на обрання вірної відповіді, зміст яких стає відомим вступнику лише при отриманні варіанту випробування. Питання, що входять до складу білету мають відображати всі розділи програми фахових випробувань.

Розподіл питань у кожному варіанті:

- за формою завдань

№ з/п	Форма завдання	Кількість одиниць у варіанті
1	Питання на обрання вірної відповіді	25
2	Питання на встановлення відповідності	0
3	Питання на встановлення вірної послідовності	0
	Усього	25

- за темами навчальних дисциплін

№ з/п	Зміст питання	Кількість одиниць у варіанті
1	За темами навчальної дисципліни №1	8
2	За темами навчальної дисципліни №2	8
3	За темами навчальної дисципліни №3	7
4	За темами навчальної дисципліни №4	2
	Усього	25

V КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ

Оцінка за відповідь на кожне питання варіанту фахового вступного випробування може набувати одного з двох значень:

максимального значення кількості балів – за вірної відповіді,
мінімального значення (0 балів) – за невірної відповіді.

Розподіл максимальної кількості балів за відповіді на завдання наведений у таблиці:

№ з/п	Форма завдання	Максимальне значення, кількість балів	Максимальна кількість балів, яка може бути набрана за виконання завдань певної форми
1	Питання на обрання вірної відповіді	4	$25 \cdot 4 = 100$
	Усього		100