

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

ЗАТВЕРДЖУЮ

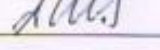
Ректор

  
М.В. Поляков  
« 31 » листопада 2020 р.

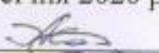
УЗГОДЖЕНО

Проректор

з науково-педагогічної роботи

  
Д.М. Свинаренко  
« 30 » січня 2020 р.

**ПРОГРАМА**  
**ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**  
для вступу на навчання за освітнім рівнем магістра  
на основі освітнього ступеня бакалавра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста)  
за спеціальністю 113 ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА  
(Освітня програма – Комп'ютерні технології та моделювання в механіці  
рідини та газу)

Розглянуто на засіданні вченої ради  
механіко-математичного факультету  
від « 28 » січня 2020 р. протокол № 7  
Голова вченої ради  (О.В. Хамініч)

Дніпро  
2020  
1

Укладачі програми:

1. Книш Людмила Іванівна, зав. кафедри АГМ та ЕМП;
2. Гоман Олег Гаврилович, проф. кафедри АГМ та ЕМП;
3. Карплюк Володимир Іванович, доц. кафедри АГМ та ЕМП.

Програма ухвалена:

на засіданні кафедри АГМ та ЕМП

від «21» січня 2020 р. протокол № 5

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (підпис) ( Книш Л.І. )  
(прізвище та ініціали)

- на засіданні науково-методичної ради за спеціальністю 113 ПРИКЛАДНА  
МАТЕМАТИКА від «21» січня 2020 р. протокол № 5

Голова \_\_\_\_\_ (підпис) ( Гоман О.Г. )  
(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 113 ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА, (Освітня програма - Комп'ютерні технології та моделювання в механіці рідини та газу) містить питання з таких *нормативних* навчальних дисциплін природничо-наукової та професійної підготовки бакалавра за спеціальністю 113 ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА (Освітня програма – Прикладне комп'ютерне та математичне моделювання):

1. Аерогідромеханіка;
2. Газова динаміка;
3. Чисельні методи;
4. Теорія теплообміну;

## II ПЕРЕЛІК ТЕМ, З ЯКИХ ВІДБУВАЄТЬСЯ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНИКА

### **Навчальна дисципліна №1. Аерогідромеханіка.**

Тема 1. Аерогідромеханіка. Основні поняття і рівняння аерогідромеханіки.

*Основні поняття механіки суцільного середовища.* Гіпотеза суцільності. Густина речовини. Гідрогазодинамічні поля. Основні властивості скалярних і векторних полів і операції над ними (градієнт, дивергенція, потік через поверхню, вихор, циркуляція, формули Остроградського-Гауса і Стокса). Змінні Ейлера. Змінні Лагранжа.

*Кінематика рідин.* Формули Коші-Гельмгольца для деформації малих частинок рідини. Два методи вивчення руху рідин та газів: метод Ейлера і метод Лагранжа. Закон руху суцільного середовища. Зв'язок між методами Ейлера та Лагранжа. Кінематичні поняття: траєкторії та лінії току; їх диференціальні рівняння. Поверхні та трубки току. Вихрові лінії та трубки. Деякі властивості течій нестисливої рідини та соленоїдальних полів взагалі.

*Динамічні рівняння.* Закон збереження маси і рівняння нерозривності в змінних Ейлера. Сили, що діють на суцільне середовище. Зовнішні і внутрішні сили. Масові та поверхневі сили. Напружений стан у рідині. Тензорний

характер напружень. Рівняння руху рідини в напруженнях. Поняття ідеальної рідини. Рівняння руху для ідеальної рідини. Нестислива рідина, система рівнянь. Інтеграл Бернуллі та інтеграл Коші-Лагранжа.

Тема 2. Гідростатика.

*Основне рівняння рівноваги рідин.* Умови для сил на межі розподілу. Розподіл тиску в стисливій та нестисливій рідині. Барометричні формули. Рівновага рідини в неінерціальній системі координат. Сили і моменти, що діють на занурене тіло. Закон Архімеда та його використання.

Тема 3. Плоскі течії нестислової рідини.

*Зведення плоских течій до апарату теорії функцій комплексного змінного.* Потенціальні плоскі течії нестислової рідини. Зв'язок гідродинамічних течій з функціями комплексної змінної. Функція току і комплексний потенціал. Гідродинамічна інтерпретація найпростіших аналітичних функцій: лінійна і квадратична функція, логарифмічна функція тощо. Гідродинамічна інтерпретація похідної від комплексного потенціалу.

*Обтікання абсолютно твердого контуру нестисловою рідиною.* Постановка задачі про обтікання нерухомого контуру нестисловою рідиною. Граничні умови непротікання. Розв'язок задач про обтікання циліндра (кола). Аналіз розв'язку задачі обтікання кола з циркуляцією і без неї. Дослідження розподілу швидкості та тиску на поверхні кола.

*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 підйомної сили. Метод конформних відображень для довільного контуру. Обтікання еліпса та пластинки. Гіпотеза Чаплигіна-Жуковського про гостру крайку профілю.

Тема 4. Просторові течії ідеальної рідини.

*Просторові безвихрові течії ідеальної рідини.* Основні закономірності безвихрових течій ідеальної нестислової рідини. Довільний рух твердого тіла в безграничній рідині. Розв'язок задачі про рух кулі. Поняття приєднаних мас. Розрахунок приєднаних мас і сил, діючих на рухоме тіло.

*Просторові вихрові течії ідеальної рідини.* Основні закономірності вихрових течій. Закони про рух вихорів (рівняння Гельмгольца, теореми Стокса, Томсона, Гельмгольца і Лагранжа).

Тема 5. Рівняння руху в'язкої рідини.

*Рівняння Нав'є-Стокса.* В'язка рідина, її характеристики. Закон Ньютона і узагальнений закон Ньютона. Рівняння Нав'є-Стокса. Граничні умови. Поняття про подібність течій в'язкої рідини. Критерії Фруда, Рейнольдса та Струхаля.

*Деякі точні розв'язки рівнянь Нав'є-Стокса.* Течія Куетта (напорна і безнапорна). Течія в'язкої рідини в циліндричній трубі (течія Пуазейля). Закон опору Гагена-Пуазейля. Поняття ламінарного та турбулентного руху. Критерій переходу. Обтікання напівскінченної пластинки (задача Блазіуса). Коефіцієнт сили тертя пластинки.

*Основи теорії пограничного шару.* Поняття пограничного шару. Вивід

рівнянь Прандля. Інтегральні методи розв'язування рівнянь пограничного шару. Товщина витіснення, товщина втраченого імпульсу та енергії. Застосування інтегральних методів для розв'язку задач пограничного шару для безградієнтного обтікання пластинки для різних автомобельних профілів. Порівняння інтегральних характеристик пограничного шару.

*Рівняння турбулентного руху.* Поняття турбулентного руху. Пульсації. Усереднення пульсуючих параметрів. Вивід рівнянь Рейнольдса для нестисливої рідини. Турбулентні напруження і проблема замикання рівнянь Рейнольдса. Гіпотеза Бусінеска. Теорія шляху перемішування тощо.

*Найбільш прості турбулентні течії.* Універсальні закони турбулентних течій. Течії в трубах. Структура пограничного шару. Закони опору для турбулентних течій в трубах (закон Блазіуса).

*Гідравлічний розрахунок трубопроводу.* Співвідношення Бернуллі для течій в трубах з втратами. Природа розподілених і зосереджених втрат тиску при русі в'язкої рідини. Формули Дарсі-Вейсбаха для втрат тиску. Втрати при ламінарному та турбулентному русі в трубопроводі. Розрахунок простого трубопроводу.

## **Навчальна дисципліна №2. Газова динаміка.**

Тема 1. Основні поняття динаміки газу і найпростіші рівняння його руху.

*Основні параметри течії газу.* Параметри, що застосовуються для опису газових течій. Рівняння стану. Термодинамічні системи. Зворотні і незворотні процеси. Перший закон термодинаміки. Внутрішня енергія. Ентальпія. Другий закон термодинаміки. Ентропія. Адіабатичні і ізоентропічні процеси. Хвильові процеси в газах. Розповсюдження малих збурень в газі. Швидкість розповсюдження звука в газі. Число Маха, як критерій динамічної стисливості газу.

*Рівняння енергії.* Вивід рівняння енергії в одномірній постановці для стаціонарних течій. Рівняння енергії енергоізолюваної течії. Газодинамічні функції адіабатичних течій. Вимірювання швидкості газу.

*Стрибки ущільнення.* Природа і види стрибків ущільнення. Прямі стрибки ущільнення. Ударна адіабата. Теорема Г. Цемплена. Косі стрибки ущільнення.

*Хвилі розширення в плоскому надзвуковому потоці газу.* Аналіз течії газу в центрованій хвилі розширення. Хвилі розширення при звуковій початковій швидкості. Хвилі розширення при надзвуковій початковій швидкості. Графічний спосіб розрахунків.

Тема 2. Одновимірні течії газу.

*Течії газу в соплах і газоведах.* Теорема про звернення впливів. Елементарна теорія геометричного сопла. Течії газу по циліндричним трубам з урахуванням тертя.

*Теорема імпульсів в задачах про течії по газоведах.* Вивід теореми імпульсів для одновимірних сталих течій. Формули для розрахунку повного імпульсу. Використання теореми імпульсів: тяга ракетного двигуна, рух газу у трубах з підігрівом, раптове розширення газу.

Тема 3. Газова динаміка плоских течій.

Вивід основного рівняння газової динаміки. Основне рівняння потенціалу

для стаціонарних двомірних течій газу. Визначення характеристик як узагальнення лінії Маху. Області впливу збурень і області визначення течії. Рівняння характеристик для потенціальної плоскої течії газу у фізичній площині. Рівняння характеристик для потенціальної плоскої течії газу у площині годографа швидкості. Чисельний метод характеристик для розрахунку плоских потенціальних течій. Типові розрахункові задачі.

### **Навчальна дисципліна №3. Чисельні методи.**

Тема 1. Наближення функції.

Інтерполяція. Інтерполяційні поліноми Лагранжа та Ньютона. Лінійна інтерполяція функції двох змінних. Середнє квадратичне наближення: інтегральне та дискретне (метод найменших квадратів).

Тема 2. Чисельні диференціювання та інтегрування. Симетричні формули. чисельного диференціювання. Правило Рунге. Квадратурні формули: середніх, трапецій та парабол. Правило Рунге. Метод комірок для кратних інтегралів.

Тема 3. Алгебричні рівняння та їх схеми.

Нелінійні рівняння: Метод половинного ділення, простих ітерацій та дотичних. Метод Ньютона для систем нелінійних рівнянь. Системи лінійних алгебричних рівнянь: метод Гаусса, метод алгебричної прогонки для тридіагональних СЛАР. Ітераційні методи розв'язання СЛАР. Алгебрична проблема власних значень для матриць: метод інтерполяції та степеневий метод.

Тема 4. Диференціальні рівняння.

Звичайні диференціальні рівняння: чисельні методи розв'язання задач Коші: метод ламаних (Ейлера) та Рунге-Кутти 2 порядку. Різницевий метод розв'язання крайових задач. Рівняння в частинних похідних. Різницевий метод розв'язання еліптичних рівнянь. Найпростіші різницеві схеми для розв'язання параболічних рівнянь. Схема "хрест" розв'язання гіперболічних рівнянь.

Тема 5. Інтегральні рівняння.

Різницевий метод розв'язання лінійного інтегрального Фредгольма 2 роду.

### **Навчальна дисципліна №4. Теорія теплообміну.**

Тема 1. Процес теплопровідності.

Основні поняття теорії тепломасообміну. Поняття про передачу теплоти теплопровідністю. Стаціонарні задачі теплопровідності. Нестаціонарні задачі теплопровідності. Регулярний режим охолодження (нагрівання) тіл. Окремі випадки задач теплопровідності. Теплообмін під час фазових перетвореннях.

Тема 2. Конвективний теплообмін.

Основні поняття конвективного теплообміну. Теплообмін при вимушеному русі рідини у трубах та каналах. Теплообмін при кипінні в великому об'ємі. Елементи гідродинаміки двохфазного потоку. Теплообмін при кипінні в трубах.

Тема 3. Радіаційний теплообмін.

Фізика випромінювання. Радіаційні функції та властивості. Кутові коефіцієнти випромінювання. Інженерні методики розрахунку теплообміну

випромінювання. Складний теплообмін.

### III ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

До навчальної дисципліни №1 Аерогідромеханіка.

#### *Основна*

1. Левицький Б.Ф., Лещій Н.П. Гідравліка. Загальний курс. – Львів: Світ, 1994. – 264 с.
2. Давідсон В.Є. Вступ до гідродинаміки. Вид-во ДНУ, 2004. – 216 с.
3. Константінов Ю.М., Гіжа О.О. Технічна механіка рідини та газу: Підручник. – К.: Вища школа, 2002. – 277 с.
4. Гоман О.Г., Карплюк В.І., Личагін М.М. Посібник до вивчення дисципліни «Аерогідромеханіка». Навчальний посібник. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2010 р. – 28 с.
5. Кулінченко В.Р. Гідродинаміка. – К.: НМК ВО, 1992. – 272 с.
6. Аврахов Ф.І., Личагін М.М., Русакова Т.І. Посібник до вивчення курсу «Гідрогазодинаміка». Вид-во ДНУ, 2011 р. – 84 с.

#### *Додаткова*

1. Ламб. Г. Гидродинамика. М.: Гостехиздат, 1947.
2. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. М.: Физматгиз. -1963 г., Ч.1 – 584 с., Ч.2. – 728 с.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1070, 1973, 1978. – 903 с
4. Фабрикант Н.Я. Аэродинамика. М.: Наука, 1964.

До навчальної дисципліни №2 Газова динаміка.

#### *Основна*

1. Давідсон В.Є., Личагін М.М. Вступ в газодинаміку. – Дніпропетровськ, видавництво Дніпропетровського університету, 2004 р., - 215 с.
2. Василенко С.М., Кулінченко В.Р., Шевченко О.Ю., Піддубний В.А. Гідрогазодинаміка. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 676 с.

#### *Додаткова*

1. Давидсон В.Е. Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах: Учебное пособие. – Днепропетровск: Изд-во ДНУ, 2006 г. – 380 с.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.:Наука, 1976 г. – 888 с.
3. Черный Г.Г. Газовая динамика: учебник для университетов и втузов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 424 с.

.... До навчальної дисципліни №3 Чисельні методи.

#### *Основна*

1. Хамініч О.В., Геті К.В., Личагін М.М. Посібник до вивчення дисципліни «Математичне моделювання і методи розрахунку на ПЕОМ». Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2016 р. – 76 с.
2. Погорелов А.І. Навчальний посібник. Тепломасообмін (Основи теорії і розрахунку). – Львів: «Новий світ-2000», 2004. – 144 с.
3. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з курсу «Чисельне моделювання в аерогідромеханіці». – Дніпропетровськ, ДНУ, 2000. – 32 с.

#### *Додаткова*

1. Андерсон Д., Таннехил Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен.– М.: Мир, 1990. – Т.1. – 392 с., Т.2.–336 с.
2. Беляев Н.М., Хрущ В.К. Численный расчет сверхзвуковых течений газа. К, Вища школа, 1985. – 192 с.
3. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.
4. Рихтмайер Р., Мортон К. Разностные методы решения краевых задач. – М.: Мир, 1972. – 418 с.
5. Роуч П. Вычислительная гидродинамика.– М.: Мир, 1980.– 616 с.

До навчальної дисципліни №4 Теорія теплообміну.

#### *Основна*

1. Драханов Б. Х., Долинський А. А., Міщенко А. В., Письменний Є.М. Теплотехніка. – К.: ІНК ОС. – 2005. – 304с.
2. Дреус А.Ю. Посібник. Математичні методи дослідження теплообміну. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ ім. О. Гончара. 2013. – 132 с.
3. Лабай В.Й. Тепломасообмін. Підручник для ВНЗ. – Львів: Тріада Плюс. 2004. – 260 с.
4. Дреус А.Ю., Лисенко К.Є., Сяєв В.О. Збірник задач з тепломасообміну. Дніпропетровськ. Вид-во «Літограф». - 124 с.
5. Губін О.І., Кочубей О.О., Кравець О.В., Ніценко О.В., Рядно О.А. Лабораторний практикум за дисципліною «Методи дослідження процесів теплообміну». Вид-во: РВВ ДНУ. – ПП «Ліра ЛТД». – Дніпро. 2018. – 16 с.

#### *Додаткова*

- 1 Лыков А. В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа. – 1967. – 599с.
- 2 Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача. – М.: Энергия. – 1969. – 440с.
- 3 Беляев Н. М., Основы теплопередачи. – К.: Вища школа. – 1989. 343с.



- 4 Крейт Ф., Блэк У. Основы теплопередачи / Пер. с англ. Анфимова Н. А. – М.: Мир. – 1983. – 512с.

#### IV СТРУКТУРА ВАРІАНТУ ФАХОВОГО 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	13
2	За темами навчальної дисципліни №2	8
3	За темами навчальної дисципліни №3	2
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

