

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра механіки суцільних середовищ**



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Заступник декана  
навчальної роботи

Харитонов О.М.

« 21 » серпня 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ТА АНАЛІТИЧНІ МЕТОДИ В  
ГІДРОМЕХАНІЦІ  
для студентів**

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	113 «Прикладна математика»
освітній рівень	другий (магістр)
освітня програма	«Комп'ютерна механіка»
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	7
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Семенович Катерина Олексіївна, кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри механіки суцільних середовищ

Пролонговано: на 20/2020 н.р. ( ) « 21 » серпня 2020 р.  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

**КИЇВ – 2020**

Розробники: Семенович Катерина Олексіївна, кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри механіки суцільних середовищ

ЗАТВЕДЖЕНО

Зав. кафедри механіки суцільних середовищ

О.С. Лимарченко Лимарченко О.С.  
(підпис)

Протокол № 1 від 26.08 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "31" серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії О.С. Олійник професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.

"31" серпня 2020 року

**1. Мета дисципліни** – оволодіння студентами основними методами й алгоритмами, як чисельними, так і чисельно—аналітичними, необхідними для розв’язання задач гідромеханіки, з використанням сучасних комп’ютерів, основних сучасних пакетів комп’ютерного моделювання в механіці та при безпосередньому програмуванні на мовах програмування високого рівня.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати:* основні положення курсів "Інформатика та програмування", "Чисельні методи в задачах механіки", "Сучасні системи програмування", "Основи механіки суцільних середовищ", "Теоретична гідромеханіка".
2. *Вміти:* активно використовувати та творчо застосовувати зазначені вище знання в процесі опрацювання матеріалу курсу «Обчислювальні та аналітичні методи в гідромеханіці».
3. *Володіти елементарними навичками:* розв’язання звичайних диференціальних рівнянь та диференціальних рівнянь у частинних похідних, постановки задач математичної фізики.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Обчислювальні та аналітичні методи в гідромеханіці» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 11 «Математика та статистика» зі спеціальності 113 «Прикладна математика» освітньої програми «Комп’ютерна механіка». Дана дисципліна є обов’язковою. Дисципліна «Обчислювальні та аналітичні методи в гідромеханіці» вивчає основні чисельні та чисельно—аналітичні методи й алгоритми для розв’язання задач гідромеханіки з використанням як сучасних обчислювальних пакетів, так і мов програмування високого рівня.

Викладається у 1 семестрі 1 курсу в обсязі 210 год. (7 кредитів ECTS<sup>1</sup>) зокрема: лекції — 24 год., лабораторні — 42 год., консультація — 4 год., самостійна робота — 140 год. У курсі передбачено 2 змістовних модуля, колоквиум та модульна контрольна робота. Завершується дисципліна заліком.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

ознайомлення студентів з основними аналітичними та чисельно-аналітичними методами розв’язання задач гідромеханіки, сучасними пакетами комп’ютерного моделювання та їх можливостями в застосуванні до розв’язання задач гідромеханіки; основними чисельними методами й алгоритмами обчислювальної гідромеханіки, що необхідні для розв’язання на комп’ютерах систем ДРЧП із використанням основних сучасних обчислювальних пакетів з метою їх ефективного використання при розв’язанні задач механіки суцільних середовищ; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці та механіці, відповідно до освітнього рівня «Магістр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

1. Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від прикладної математики (ЗК-1);
2. Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК-2);
3. Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК-3);
4. Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово (ЗК-8);

<sup>1</sup> кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

5. Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування (ЗК-10);
6. Здатність критично оцінювати та переосмислювати власний і чужий досвід, аналізувати свою професійну й соціальну діяльність (ЗК-11);
7. Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері прикладної математики і комп'ютерної механіки та їх практичних застосувань (ФК-1);
8. Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (ФК-4);
9. Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти (ФК-5);
10. Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефаківців (ФК-6);
11. Здатність самостійно розробляти проекти шляхом творчого застосування існуючих та генерування нових ідей прикладної та теоретичної механіки та механіки суцільних середовищ(ФК-7);
12. Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК-8);
13. Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері прикладної математики (ФК-10);
14. Володіння знаннями та здатність ініціювати й проводити наукові дослідження у спеціалізованій області прикладної математики (ФК-12).

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація.)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання (Формуються розробником)			
	<b>Студент повинен знати:</b>			
РН 1.1	Основи чисельних методів для розв'язання систем алгебраїчних рівнянь, що виникають в задачах механіки при застосуванні чисельно-аналітичних методів	Лекція	Активна робота на лекціях, модульна контрольна робота (60% правильних відповідей), залік	10%
РН 1.2	Основні обчислювальні алгоритми методів сіток для лінійних та нелінійних рівнянь еліптичного, параболічного, гіперболічного й мішаного типів, а також систем рівнянь в частинних похідних			10%
РН 1.3	Особливості застосування варіаційно-різницевих методів до задач гідромеханіки		Активна робота на лекціях, колоквиум, залік	10%
РН 1.4	Основні принципи роботи з такими математичними пакетами як Matlab, Maple, Mathcad для розв'язання прикладних задач			10%

	<b>Студент повинен вміти:</b>			
PH 2.1	Вміти будувати алгоритми розв'язання розглянутих механічних задач;	<i>Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота</i>	<i>Розв'язання задач на лабораторних заняттях, виконання завдань самостійної роботи, модульна контрольна робота (60% правильних відповідей), залік</i>	10%
PH 2.2	Вміти за відомим алгоритмом запрограмувати задачу для обчислювального пакету або скласти програму для комп'ютера на мовах програмування високого рівня;			10%
PH 2.3	Вміти розв'язувати нелінійні рівняння, розв'язувати звичайні диференційні рівняння. системи звичайних диференціальних рівнянь засобами сучасних обчислювальних пакетів.		<i>Розв'язання задач на лабораторних заняттях, виконання завдань самостійної роботи, колоквиум, залік</i>	10%
PH 2.4	Вміти будувати розрахункові сітки			10%
	<b>Комунікація:</b>			
PH 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	<i>Лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Активна робота на лекціях, лабораторних заняттях, залік</i>	5%
PH 3.2.	Вироблення навиків командної роботи			5%
	<b>Автономність та відповідальність:</b>			
PH 4.1	Самостійно знаходити та критично вивчати літературу з відповідного напрямку досліджень, володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації	<i>самостійна робота</i>	<i>Перевірка завдань, винесених на самостійну роботу</i>	5%
PH 4.2	Усвідомлювати відповідальність за достовірність, об'єктивність отриманих висновків стосовно проведених досліджень з відповідного напрямку і пояснень щодо аналізу професійних і корпоративних підходів			5%



технічної інформації, уникаючи при цьому плагіату;													
<b>ЦМС 5</b> – Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ЦМС 7</b> – Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні ще однією з поширених європейських мов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### — оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1—РН1.4, РН3.1, РН3.2 – 5 балів/3 балів;
  2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1—РН2.4, РН4.1, РН4.2 – 15 балів/9 бали
  3. Модульна контрольна робота: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2 – 15 балів/9 балів;
  4. Колоквіум: РН1.3, РН1.4, РН2.3, РН2.4 – 15 балів/9 балів;
  5. Розв'язання задач на лабораторних заняттях: РН2.1—РН2.4, РН3.1, РН3.2 – 10 балів/5 балів;
- Разом: 60 балів/35 балів;

#### — підсумкове оцінювання: залік.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1—РН1.4, РН2.1—РН2.4, РН3.1, РН3.2;
- форма проведення і види завдань: письмова робота та усна відповідь.

### 7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекціях передбачає усні відповіді на запитання лектора щодо раніше розглянутого теоретичного матеріалу.

Самостійна робота передбачає опрацювання певного обсягу теоретичного та практичного матеріалу за запропонованими джерелами, виконання лабораторних завдань.

Колоквіум передбачає усну відповідь щодо розглянутого теоретичного матеріалу.

Модульна контрольна робота проводиться письмово і складається з теоретичних завдань та типових задач за пройденим матеріалом.

Критично—розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично—розрахунковий мінімум **35** балів, для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти лабораторні завдання. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 25 балів, тобто, якщо оцінка студента на заліку є нижчою від мінімального порогового рівня (25 балів), то підсумкова оцінка із дисципліни є незадовільною.

Форма заліку – письмово—усна. Заліковий білет складається із двох теоретичних

завдань. Кожне завдання оцінюється від 0 до 15 балів. Додатково від 0 до 10 балів студент отримує за усне опитування.

**Терміни проведення форм оцінювання:**

1. Колоквіум: на 7—му тиждні семестра.
2. Модульна контрольна робота: на 11—му тиждні семестра.
3. Оцінювання завдань самостійної роботи:
  - за PH2.1—PH2.2 — на 6-му тиждні,
  - за PH2.3—PH2.4 — на 12-му тиждні.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization—of—the—educational—process.pdf>.

**7.3. Шкала відповідності оцінок**

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

теми	Назва теми	Кількість годин			
		Лекції	Лабораторні заняття	Самост. робота	Консультації
<b>Змістовий модуль 1 «Методи побудови розрахункових сіток»</b>					
1	Огляд основних пакетів комп'ютерного моделювання в гідромеханіці	2	-	18	-
2	Методи побудови розрахункових сіток	2	10	32	1
<b>Змістовий модуль 2 «Моделні задачі»</b>					
3	Застосування методу сіток для розв'язання крайових задач	12	28	70	1
4	Варіаційно-різницеві методи розв'язання крайових задач	2	4	10	1
5	Метод модальної декомпозиції в задачах руху рідини	2	4	10	1
Всього годин за семестр		24	42	140	4



## ЗА НАВЧАЛЬНИМ ПЛАНОМ

Загальний обсяг 210 годин, у тому числі:

лекції – 24 годин,

лабораторні заняття – 42 годин,

консультації – 4 години,

самостійна робота – 140 годин.

### 9. Рекомендовані джерела

#### Основні:

1. Андерсон Д., Танненхилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. Часть I и II.— М.: Мир.— 1990.— 728 с.
2. Бартењев О.В. ФОРТРАН для профессионалов. Математическая библиотека IMSL. Части 1,2,3.—М.: "Диалог—МИФИ", 2000—2001.— 1135с.
3. Бурківська В.Л., Войцехівський С.О., Гаврилук І.П. та інші. Методи обчислень. Практикум на ЕОМ.— К.: Вища школа.— 1995.— 303 с.
4. Каліон В.А. Чисельні методи розв'язання крайових задач механіки суцільних середовищ.— К.: ВЦ "Київський університет".— 1999.— 106 с.
5. Каліон В.А. Обчислювальна гідромеханіка. Модельні задачі.— К.: ВЦ "Київський університет".— 2011.— 175 с.
6. Каліон В.А. Чисельні методи розв'язання крайових задач механіки суцільних середовищ.— К.: ВЦ "Київський університет".— 1999.— 106 с.
7. Каліон В.А. Обчислювальна гідромеханіка. Модельні задачі.— К.: ВЦ "Київський університет"— 2011.— 175 с.
8. Кондранин Т.В., Ткаченко Б.К., Березникова М.В., Евдокимов А.В., Зуев А.П. Применение пакетов прикладных программ при изучении курсов механики жидкости и газа: Учебное пособие — М.: МФТИ, 2005. — 104 с.
9. Макаров Е. Инженерные расчеты в Mathcad 15. 2011, С—Пб.: Мир Книг — 2011.— 401 с.
10. Попов В.В. "Методи обчислень"
11. Поттер Д."Вычислительные методы в физике"
12. Роуч П.Дж. Вычислительная гидромеханика.— М.: Мир.— 1980.— 402 с.
13. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. Часть I и II. — М.: Мир.— 1991. — 1054с.

#### Додаткові:

1. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. MATLAB 7. — СПб.: БХВ—Петербург.— 2005.— 1104 с.
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы.— М.: Наука.— 1987.— 600 с.
3. Бартењев О.В. Visual FORTRAN: новые возможности. М.: "Диалог—МИФИ", 1999.— 301с.
4. Волков Е.А. Численные методы.— М.: Наука.— 1987.— 248 с.
5. Дашенко А.Ф., Кириллов В.Х., Коломиец Л.В., Оробей В.Ф. MATLAB в инженерных и научных расчетах.— Одесса : «Астропринт».— 2003.— 211с.
6. Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырный П.И. Вычислительные методы. Часть I и II.— М.: Наука.— 1977.— 704 с.
7. Ляшко И.И., Макаров В.Л., Скоробогатько А.А. Методы вычислений.— Киев: Вища школа.— 1977.— 406 с.
8. Пейре Р., Тейлор Т.Д. Вычислительные методы в задачах механики жидкости.— Л.: Гидрометеиздат.— 1986.— 352 с.