

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Механіко-математичний факультет

Кафедра механіки суцільних середовищ



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
навчальної роботи
математичного факультету

Харитонов О.М.

« 27 » серпня 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В СУЧАСНІЙ
КОНТИНУАЛЬНІЙ МЕХАНІЦІ**

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 | 2 |
| Кількість кредитів ECTS | 3 |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | українська |
| Форма заключного контролю | залік |

Викладачі: Лимарченко Олег Степанович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри механіки суцільних середовищ

Пролонговано: на 20²¹/20²² н.р. О.М. Харитонов « 27 » серпня 20²¹ р.
на 20²¹/20²² н.р. _____ « _____ » _____ 20²¹ р.

КИЇВ – 2020

Розробник: Лимарченко Олег Степанович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри механіки суцільних середовищ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри _____

 (Лимарченко О.С.)

Протокол № 1 від «26» серпня

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії  (проф. Олійник А.С.)

«31» серпня 2020 року

1. Мета дисципліни – Метою курсу *«Комп'ютерне моделювання в сучасній континуальній механіці»* є оволодіння основними прийомами побудови спрощених моделей механічних систем на основі сукупного використання загальних властивостей природних систем, законів збереження і симетрії, можливостей сучасних обчислювальних систем. Особливістю курсу є побудова комп'ютерно орієнтованих математичних моделей систем, які важко формалізуються, наприклад, деякі біологічні системи, суспільні процеси, засобами опрацьованими на прикладах механічних систем.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- 1. Знати:** дисципліни професійної та практичної підготовки фахівців-механіків, зокрема основні поняття і методи теоретичної механіки, механіки суцільних середовищ, аналітичних методів механіки, методів нелінійної механіки, математичного моделювання механічних систем і процесів.
- 2. Вміти:** аналізувати і розв'язувати базові задачі механіки рідини, теорії пружності, включаючи задачі взаємодії різних середовищ.
- 3. Володіти елементарними навичками:** застосування методів обчислювальної математики, математичної фізики, теорії диференціальних рівнянь, варіаційного числення і нелінійної механіки з огляду на подальше використання комп'ютерних систем.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна *«Комп'ютерне моделювання в сучасній континуальній механіці»* є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 11 «Математика та статистика» спеціальності 113 «Прикладна математика» освітньої програми «Комп'ютерна механіка».

Дана дисципліна входить до групи обов'язкових дисциплін. В курсі дисциплін *«Комп'ютерне моделювання в сучасній континуальній механіці»* включено опис основних принципів використання ідей побудови математичних моделей механічних систем для моделювання різних процесів комп'ютерними засобами. Обговорюються основні вимоги до коректності чисельного експерименту, використання законів збереження і симетрії для контролю достовірності процесу моделювання. Такий шлях дозволяє будувати дискретні моделі різноманітних процесів комп'ютерними засобами, що має практичне застосування в наукових дослідженнях і в інженерній практиці.

Викладається у 2 семестрі в **обсязі – 90 год. (3 кредити ECTS)** зокрема: *лекції – 20 год., лабораторних – 8 год., консультації – 2 год, самостійна робота – 60 год.* У курсі передбачено **2 змістових модулі і модульний колоквиум.** Завершується дисципліна – **заліком.**

4. Завдання (навчальні цілі):

Формування здатності формулювати і розв'язувати складні задачі механіки і прикладної математики та практичні проблеми у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій і характеризується комплексністю та/або невизначеністю умов, а саме: будувати наближені моделі механічних систем, деяких природничих і соціальних систем не механічної природи на основі підходів механіки; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у механіці та прикладній математиці, 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);
- 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; 4. автономність та відповідальність) | | 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 (формулюється розробником) | | | |
| | Студент повинен знати: | | | |
| РН 1.1 | Основні засоби побудови математичних моделей. Ієрархічний принцип побудови моделей, деякі універсальні засоби побудови моделей. | <i>Лекція, лабораторне заняття</i> | <i>Активна робота на лекції, усні відповіді, колоквиум, залік</i> | 5% |
| РН 1.2 | Найпростіші нелінійні властивості моделей. | | | 5% |
| РН 1.3 | Закони збереження, балансовий метод побудови моделей. | | | 5% |
| РН 1.4 | Сукупне використання декількох фундаментальних законів і гіпотез. | | | 10% |
| РН 1.5 | Декомпозиція моделей. Ієрархія, засоби групової роботи над проектами створення моделей. | | | 10% |
| РН 1.6 | Критерії контролю точності і достовірності відображення реальних властивостей об'єктів. | | | 10% |
| | Студент повинен вміти: | | | |
| РН 2.1 | Критерії формалізації деяких біологічних систем з використанням гомогенізації дискретних структур. | <i>Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота</i> | <i>Активна робота на лекціях, лабораторних заняттях, усні відповіді,</i> | 10% |
| РН 2.2 | Деякі моделі фінансових, економічних і соціальних систем. | | | 15% |

| | | | | |
|--------|---|----------------------------|--|-----|
| | | | <i>колоквіум, залік</i> | |
| PH 2.3 | Обчислювальний експеримент і засоби корекції вихідних моделей для покращення їх властивостей достовірності і точності. | | <i>Доповідь по завданню, активна робота на лабораторних заняттях</i> | 15% |
| | Комунікація: | | | |
| PH 3.1 | Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом; | <i>Лабораторне заняття</i> | <i>Активна робота на лекціях, лабораторних заняттях, усні відповіді</i> | 3% |
| PH 3.2 | Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні ще однією з поширених європейських мов. | | | 2% |
| | Автономність та відповідальність: | | | |
| PH4.1 | Самостійно шукати та критично опрацьовувати літературу із відповідних досліджень, вільно володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації | <i>Самостійна робота</i> | <i>Доповідь по завданню, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i> | 3% |
| PH4.2 | Виробляти критичне відношення до існуючих варіантів інтерпретації принципів побудови механічних моделей і формулювання їх основних властивостей в сучасних практиках професійної і корпоративної діяльності; формувати власні підходи до вирішення даної проблематики | | | 3% |
| PH4.3 | Усвідомлювати відповідальність за достовірність, об'єктивність отриманих висновків стосовно проведених досліджень і пояснень щодо аналізу професійних і корпоративних підходів | | | 4% |

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

| Результати навчання дисципліни | PH 1.1 | PH 1.2 | PH 1.3 | PH 1.4 | PH 1.5 | PH 1.6 | PH 2.1 | PH 2.2 | PH 2.3 | PH 3.1 | PH 3.2 | PH 4.1 | PH 4.2 | PH 4.3 |
|--|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Програмні результати навчання | | | | | | | | | | | | | |
| КС 1 - Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій фундаментальної та прикладної математики і використовувати їх на практиці | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| КС 2 - Володіти основними положеннями та методами механіки, чисельними методами, методами дослідження операцій, методами комп'ютерного моделювання | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| КС 3 - Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ЦМС 1 - Виявляти здатність до самонавчання та професійного розвитку | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ЦМС 2 - Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ЦМС 4 – Уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, уникаючи при цьому плагіату; | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ЦМС 5 – Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | |
| ЦМС 7 – 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, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН1.6, РН2.1, РН2.2, РН3.1, РН3.2 – 18 балів/11 балів;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН4.1–РН4.3 – 6 балів/3 бали;
 3. Колоквіум РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 12 балів/7 балів;
 4. Доповідь по завданню РН1.5, РН1.6, РН2.3, РН4.1–РН4.3 – 9 балів/5 балів;
 6. Розв'язання задач на лабораторних заняттях: РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН3.2 – 15 балів/9 балів;
- Разом має бути 60 балів/35 балів;

- підсумкове оцінювання: залік.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН1.6, РН2.1, РН2.2, РН2.3;
- форма проведення і види завдань: письмово-усна робота.

7.2. Організація оцінювання:

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та додатково скласти домашні завдання. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 20 балів, тобто, якщо оцінка студента на заліку є нижчою від мінімального порогового рівня (20 балів), то бали за залік не додаються до семестрової оцінки;

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>.

Форма заліку – письмово-усна. Білет заліку складається із 3 завдань, перші два з яких є теоретичними, третє – задача. Кожне завдання оцінюється від 0 до 10 балів. Додатково від 0 до 10 балів студент отримує за усне опитування. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Завдання для самостійного виконання на 7-му тижні навчального періоду.
2. Колоквіум на 9-му тижні навчального періоду.
3. Доповідь по завданню на 12-му тижні навчального періоду.

7.3. Шкала відповідності оцінок

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

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

| № п/п | Назва теми | Кількість годин | | |
|---------------------------|---|-----------------|---------------------|-------------------|
| | | Лекції | Лабораторні заняття | Самостійна робота |
| Змістовий модуль 1 | | | | |
| 1 | Побудова елементарних математичних моделей орієнтованих на комп'ютерне моделювання. | 2 | | 10 |
| 2 | Загальні засоби верифікації моделей і контролю їх точності. | 2 | 2 | 6 |
| 3 | Принципи ієрархічності і універсальності моделей. | 4 | 2 | 14 |
| | Всього | 8 | 4 | 30 |
| Змістовий модуль 2 | | | | |
| 4 | Приклади ефективного моделювання механічних систем. | 4 | 2 | 10 |
| 5 | Приклади ефективного моделювання не механічних систем. | 8 | 2 | 20 |
| | Всього | 12 | 4 | 30 |
| | Всього | 20 | 8 | 60 |

Загальний обсяг **90 год.**, в тому числі:

Лекцій – **20 год.**

Лабораторні заняття – **8 год**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота – **60 год.**

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Самарский А.А., Михайлов А.П., Математическое моделирование: идеи, методы, примеры, Физматлит, Москва, 2005.
2. Лимарченко О.С., Матараццо Дж., Ясинский В.В., Динамика вращающихся конструкций с жидкостью, Гнозис, Киев, 2002.
3. Глазунов Ю.Т., Вариационные методы, Изд-во «Регулярная и хаотическая динамика», Москва, 2007.
4. Марчук Г.И., Методы вычислительной математики, Наука, Москва, 1989.

Додаткові:

1. Абрамов А.П., Иванюков Ю.П., Физика и математическая экономика, Знание, Москва, 1991.
2. Вабищевич П.Н., Численные методы решения задач со свободной границей, МГУ, Москва, 1987.
3. Коздоба Л.А., Методы решения нелинейных задач теплопроводности, Наука, Москва, 1975