



30 22 Математичне моделювання

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>113 Прикладна математика</i>
Спеціальність	<i>Наука про дані та математичне моделювання</i>
Освітня програма	<i>Нормативна</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів (36 год. -лекції, 36 год. – практичні заняття, 18 год – лабораторні заняття)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>1 лекція, 1 практичне заняття, 0.5 лабораторних занять на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>асистент Мазурик Роман Володимирович r.mazuryk.ua@gmail.com</i> Практичні / Семінарські: <i>асистент Мазурик Роман Володимирович r.mazuryk.ua@gmail.com;</i> Лабораторні: <i>старший викладач Ладогубець Тетяна Сергіївна aladog@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>немає</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Математичне моделювання – потужний інструмент розв’язання технічних, інженерних і наукових проблем, що ґрунтуються на використанні математичних моделей. Сучасні досягнення науки та техніки були б неможливі без розроблення та застосування ефективних засобів математичного моделювання.

Рішення переважної більшості наукових та інженерно-технічних завдань (проектування і оптимізація систем, оптимальне управління об’єктом, вивчення механізму явищ, прогнозування розвитку процесів в часі та ін.) базується на математичному моделюванні. Володіння теоретичною базою і інструментами математичного моделювання має бути невід’ємним атрибутом сучасного фахівця в області прикладної математики.

Метою вивчення дисципліни «Математичне моделювання» є підготовка спеціалістів, які володіють навичками аналізу у дослідженні господарчих, економічних, організаційних та технічних систем за допомогою математичних моделей із застосуванням EOM

Предметом навчальної дисципліни є математичні моделі, їх побудова та аналіз.

Після засвоєння навчальної дисципліни «Марківські моделі» студенти мають демонструвати такі **компетентності**:

- **ЗК2** - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

- ЗК4 - Здатність бути критичним і самокритичним.
- ЗК5 - Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК6 - Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

У тому числі **фахові компетентності**:

- ФК3 - Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
- ФК9 - Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.
- ФК14 - Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату

Програмними результатами навчання є:

- РН 1 - Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.
- РН 3 - Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формувати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.
- РН 6 - Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдності їх розв'язку.
- РН 7 - Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.
- РН 8 - Поєднувати методи математичного та комп'ютерного моделювання з неформальними процедурами експертного аналізу для пошуку оптимальних рішень
- РН 12 - Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння курсу необхідно (Н) або доцільно (Д) засвоїти наступні курси.

(Н): - Алгебра і геометрія; Математичний аналіз; Програмування; Диференціальні рівняння; Чисельні методи; Математична статистика; Аналіз даних.

(Д): Рівняння математичної фізики; Лінійне програмування та теорія ігор.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. *Поняття моделі та моделювання*

- *Поняття моделі та моделювання*
- *Види моделей*
- *Методи моделювання*

2. *Характеристика процесу математичного моделювання*

- *Основні етапи математичного моделювання*
- *Концептуальна, математична постановки задачі моделювання*
- *Вибір метода вирішення задачі*
- *Перевірка адекватності моделі*
- *Аналіз результатів моделювання*

3. *Побудова емпіричних регресійних моделей*

- *Планування і проведення експерименту*
- *Регресійні моделі з однією вхідною змінною.*
- *Регресійні моделі з декількома вхідними змінними.*
- *Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей.*

4. *Математичні моделі системи вантаж-пружина. Модель маятника*

- *Побудова моделі системи вантаж -пружина на основі фундаментальних законів.*
- *Ієрархія математичних моделей системи вантаж-пружина. Врахування зовнішньої сили, тертя, опору.*
- *Маятник на вільному підвісі. Врахування сили тертя, сили тяжіння.*

5. *Моделі електродинамічних процесів*

- *Математичні моделі коливних електричних контурів*
- *Аналогії між механічними та електричними системами*
- *Рух електрона в однорідному електричному та магнітному полях*

6. *Моделювання систем масового обслуговування*

- *Структура системи масового обслуговування та розподіл потоку вимог*
- *Математична модель системи масового обслуговування з одноканальною чергою і пуасонівським потоком вимог*
- *Багатоканальні системи масового обслуговування з відмовами, з обмеженою чергою, з чергою довільної довжини*

7. *Моделі росту чисельності ізольованих популяцій*

- *Модель Мальтуса одновидової популяції*
- *Модель одновидової популяції з урахуванням насичення (логістична модель).Врахування зовнішнього впливу.*
- *Модель росту Гомперца*
- *Популяції з ефектом Оллі*
- *Дискретні моделі популяцій. Модель Леслі*

8. *Аналіз двовимірних моделей динаміки чисельності популяцій*

- *Класифікація типу взаємодій між популяціями*
- *Модель хижак-жертва. Врахування конкуренції серед жертв. Модель Колмогорова.*
- *Моделі конкуренції*

9. *Клітинні автомати. Математичні моделі біохімічних процесів*

- Клітинні автомати. Гра «життя»
- Математичні моделі біохімічних процесів. Дифузія в рідині

10. Математичні моделі в економіці.

- Міжгалузеві балансні моделі. Модель Леонтьєва
- Моделі економічного росту. Модель Соллоу
- Моделі ціноутворення. Врахування запізнень
- Моделювання прибутку підприємства.
- Приклади аналогій між механічними термодинамічними і економічними об'єктами

11. Моделі соціальних та глобальних процесів

- Математична модель гонки озброєнь
- Модель ведення бойових дій (модель Ланчестера).
- Моделювання глобальних світових процесів. Модель Форрестера.

12. Математична модель деформування балки

- Основи методу початкових параметрів
- Постановка задачі деформування балки

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Математичне моделювання: навчальний посібник / В.Г. Маценко. –Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014.–519 с.
2. Математичне моделювання: комп'ютерний практикум з дисципліни «Математичне моделювання»[Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані та математичне моделювання» / Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 600 Кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 58 с
3. Станжицький О.М., Таран Є.Ю., Гординський Л.Д. Основи математичного моделювання: Навчальний посібник / Станжицький О.М – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2006. – 96 с
4. Математичне моделювання систем і процесів : [навчальний посібник] / Г. П. Чуйко, О. В. Дворник, О. М. Яремчук. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. – 244 с.
5. Махней О. В. Математичне моделювання : навчальний посібник / О. В. Махней. — Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. — 372 с

Допоміжна література

6. В.Ю. Щербань, С.М. Краснитський, В.Г. Резанова. Математичні моделі в САПР. Обрані розділи та приклади застосування: Навчальний посібник. – К.: КНУТД, 2011. – 219 с.: - Бібліогр.: 214 с.: - бібліогр. назв 52.: - іл. 67.: - табл. 6. Укр. Мовою.
7. Яганов П.О. Я27 Дослідження систем масового обслуговування: Тексти лекцій. – К.: НТУУ «КПІ», 2006. – 40 с.
8. Теслюк В.М. Математичне моделювання в САПР: Ч.1. Конспект лекцій з курсу “Математичне моделювання в САПР” для студентів базового напрямку “Комп’ютерні науки”. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 64 с.
9. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посібник /п. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтяк. - К.: НАУ, 2017. - 392 с.
10. Моделювання систем : конспект лекцій / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. – 268 с.
11. Бахрушин В.Є. Математичне моделювання: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2004. – 140 с.

12. Методичні вказівки з виконання лабораторних робіт для студентів денної форми навчання з дисципліни “Методи математичного моделювання”. – 104 стор. /В.М. Соловйов, І.О. Теплицький, С.О. Семеріков

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекція 1. Поняття моделі та моделювання

- Поняття моделі та моделювання
- Види моделей
- Методи моделювання

Лекція 2-3. Характеристика процесу математичного моделювання

- Основні етапи математичного моделювання
- Концептуальна, математична постановки задачі моделювання
- Вибір метода вирішення задачі
- Перевірка адекватності моделі
- Аналіз результатів моделювання

Лекція 4-5. Побудова емпіричних регресійних моделей

- Планування і проведення експерименту
- Регресійні моделі з однією вхідною змінною.
- Регресійні моделі з декількома вхідними змінними.
- Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей.

Лекція 6. Математичні моделі системи вантаж-пружина. Модель маятника

- Побудова моделі системи вантаж -пружина на основі фундаментальних законів.
- Ієрархія математичних моделей системи вантаж-пружина. Врахування зовнішньої сили, тертя, опору.
- Маятник на вільному підвісі. Врахування сили тертя, сили тяжіння.

Лекція 7. Моделі електродинамічних процесів

- Математичні моделі коливних електричних контурів
- Аналогії між механічними та електричними системами
- Рух електрона в однорідному електричному та магнітному полях

Лекція 8-9. Моделювання систем масового обслуговування

- Структура системи масового обслуговування та розподіл потоку вимог
- Математична модель системи масового обслуговування з одноканальною чергою і пуассонівським потоком вимог
- Багатоканальні системи масового обслуговування з відмовами, з обмеженою чергою, з чергою довільної довжини

Лекція 10. Моделі росту чисельності ізолюованих популяцій

- Модель Мальтуса одновидової популяції
- Модель одновидової популяції з урахуванням насичення (логістична модель).Врахування зовнішнього впливу.
- Модель росту Гомперца

- Популяції з ефектом Оллі
- Дискретні моделі популяцій. Модель Леслі

Лекція 11-12. Аналіз двовимірних моделей динаміки чисельності популяцій

- Класифікація типу взаємодій між популяціями
- Модель хижак-жертва. Врахування конкуренції серед жертв. Модель Колмогорова.
- Моделі конкуренції

Лекція 13. Клітинні автомати. Математичні моделі біохімічних процесів

- Клітинні автомати. Гра «життя»
- Математичні моделі біохімічних процесів. Дифузія в рідині

Лекція 14-15. Математичні моделі в економіці.

- Міжгалузеві балансні моделі. Модель Леонтьєва
- Моделі економічного росту. Модель Соллоу
- Моделі ціноутворення. Врахування запізень
- Моделювання прибутку підприємства.
- Приклади аналогій між механічними термодинамічними і економічними об'єктами

Лекція 16. Моделі соціальних та глобальних процесів

- Математична модель гонки озброєнь
- Модель ведення бойових дій (модель Ланчестера).
- Моделювання глобальних світових процесів. Модель Форрестера.

Лекція 17-18. Математична модель деформування балки

- Основи методу початкових параметрів
- Постановка задачі деформування балки

Практичні заняття

Практичне 1-2. Використання фундаментальних законів природи для побудови моделей.

Практичне 3. Основні підходи до побудови моделей.

Практичне 4. Математичні моделі системи вантаж-пружина. Ієрархія математичних моделей. Декомпозиція математичних моделей

Практичне 5. Побудова математичних моделей на основі рівнянь Лагранжа.

Практичне 6. Планування і проведення експерименту.

Практичне 7-8. Моделі отримані з допомогою регресійного аналізу.

Практичне 9. Моделі електродинамічних процесів.

Практичне 10-11. Моделювання систем масового обслуговування

Практичне 12. Моделі росту чисельності ізольованих популяцій

Практичне 11-12. Аналіз двовимірних моделей динаміки чисельності популяцій

Практичне 13. Математичні моделі біохімічних процесів

Практичне 14-15. Міжгалузеві балансові моделі.

Практичне 16. Моделі соціальних та глобальних процесів

Практичне 17-18. Математична модель деформування балки

Лабораторні заняття

Лабораторна робота 1. (4 години). Моделювання руху тіла, кинутого під кутом до горизонту.

Лабораторна робота 2. (4 години) Побудова математичних моделей експериментально-статистичними методами.

Лабораторна робота 3. (4 години) Моделі систем масового обслуговування.

Лабораторна робота 4. (6 годин) Моделі вільного і обмеженого зростання популяцій.

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота студента полягає в наступному:

- виконання домашньої контрольної роботи - до 4 год.
- підготовка до лекційних та практичних занять – систематично до 2 год. на заняття.
- підготовка до екзамену - до 20 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- **Відвідування**

Відвідування лекцій *необов'язкове*, оскільки відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті., але ми заохочуємо студентів не пропускати лекційні заняття через можливість ставити уточнюючі питання та брати участь у живому обговоренні. Лекційні матеріали будуть доступні онлайн. Матеріал занять, які були з тих чи інших причин пропущені, необхідно опановувати самостійно.

- **Правила поведінки на заняттях.**

На лекційних та лабораторних заняттях студенти мають вимкнути мобільні телефони або увімкнути їх на беззвучний режим.

- **Правила захисту лабораторних робіт.**

Усі лабораторні роботи оформляються і здаються студентами у вигляді звітів – doc або pdf-файлів. Захист лабораторних робіт відбувається у вигляді усної співбесіди зі студентом за результатами оформленого звіту, також студенту можуть бути поставлені додаткові запитання по темі лабораторної роботи.

- **Правила призначення заохочувальних та штрафних балів.**

За активну участь на лекціях та практичних заняттях передбачаються заохочувальні бали. Штрафні бали призначаються за несвоєчасне виконання лабораторних робіт.

У випадку дистанційного навчання і недостатньої кількості балів в кінці семестру може бути дано додаткові завдання.

- **Політика дедлайнів та перескладань.**

Студент може спробувати переписати пропущену МКР тільки в тому випадку, якщо її було пропущено з поважної причини. Переписування МКР відбувається за домовленістю з викладачем.

- **Політика щодо академічної доброчесності.**

Згідно з Кодексом честі студента КПІ, при виконанні лабораторних робіт забороняється користуватися чужими виконаними лабораторними роботами та їх фрагментами. Політика та принципи академічної доброчесності визначено в розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з кредитного модуля «Математичне моделювання» складається з:

Поточний контроль:

- **Захист лабораторних робіт (40%):**

Всього є 4 лабораторні роботи по 10 балів = 40 балів.

Захист лабораторних робіт відбувається у вигляді усної співбесіди зі студентом за результатами оформленого звіту, також студенту можуть бути поставлені додаткові запитання по темі лабораторної роботи. Лабораторні роботи мають наступні дедлайни :

№ роботи	Дата дедлайну
1	10 жовтня
2	7 листопада
3	5 грудня
4	26 грудня

Після закінчення дедлайну на здану роботу нараховуються штрафні бали, 1 бал за кожен тиждень після завершення дедлайну проте не більше 7 балів (У цьому випадку оцінка за роботу не перевищує 3 бали).

- **Домашня контрольна робота (20%):**

Всього є 1 контрольна робота на 20 балів

Робота складається з 3 задач. Максимальна оцінка за 1 задачу – 8 балів, за 2 і 3 – по 6 балів.

На виконання роботи передбачено 2 тижні. Після завершення дедлайну на здану роботу нараховуються штрафні бали, по 5 балів за кожен тиждень після завершення дедлайну проте не більше 10 балів (У цьому випадку оцінка за роботу не перевищує 10 балів).

За відповідь на перше завдання студент отримує:

- 6-8 балів, якщо він надав повну та правильну відповідь або припустився незначних похибок, які істотно не вплинули на саму відповідь,
- 4-5 балів, якщо відповідь правильна лише частково або не є повною.
- 2-3 бали, якщо відповідь частково правильна, але містить значні прогалини
- 0-1 бали, якщо відповідь на запитання взагалі не була надана або містить грубі помилки.

За відповідь на 2 і 3 завдання студент отримує:

- 5-6 балів, якщо він надав повну та правильну відповідь або припустився незначних похибок, які істотно не вплинули на саму відповідь,
- 3-4 балів, якщо відповідь правильна лише частково або не є повною.
- 1-2 бали, якщо відповідь частково правильна, але містить значні прогалини
- 0 балів, якщо відповідь на запитання взагалі не була надана або містить грубі помилки.

- **Відповідь на екзамені (40%)**

Всього на екзамен виділено 40 балів.

Екзаменаційний білет складається з 5 питань – 3 теоретичних та 2 практичних. Відповідь на кожне теоретичне та практичне запитання оцінюється 8 балами.

За відповідь на кожне запитання білету студент отримує:

- 6-8 балів, якщо він надав повну та правильну відповідь або припустився незначних похибок, які істотно не вплинули на саму відповідь,
- 4-5 балів, якщо відповідь правильна лише частково або не є повною.
- 2-3 бали, якщо відповідь частково правильна, але містить значні прогалини
- 0-1 бали, якщо відповідь на запитання взагалі не була надана або містить грубі помилки.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Календарний контроль проводиться за результатами лабораторних занять, проведених на момент початку контролю.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю:

Умовою допуску до заліку є відсутність заборгованості по лабораторних роботах.

Необхідною умовою допуску студента до екзамену є семестровий рейтинг студента не менше 20 балів. В іншому разі студент повинен виконати додаткову роботу та підвищити свій рейтинг.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Семестрова складова рейтингової шкали $R_c = 60$ балів, вона визначається як сума додатних балів, отриманих за виконання домашньої контрольної роботи, модульної контрольної роботи, відповіді на теоретичні контрольні роботи, активність на практичних заняттях.

Екзаменаційна складова рейтингової шкали $R_e = 40$ балів.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює: $R = R_c + R_e = 100$ балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено *асистент, д.ф. Мазурик Роман Володимирович*

Ухвалено кафедрою прикладної математики (протокол №14 від 14.05.2025.)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (№11 від 23.05.2025)