

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ»



Ступінь освіти	Магістр
Галузь знань	F Інформаційні технології
Освітня програма	F1 прикладна математика F4 Системний аналіз та наука про дані
Тривалість викладання	1 семестр
Заняття:	Весняний семестр, 3 та 4 чверть
Лекції	2 год/тижд
Практичні заняття	1 год/тижд
Мова викладання	українська

Передумови для вивчення: вивчення дисципліни «Моделювання динамічних систем» у встановлених робочою програмою обсягах передбачає розуміння основ програмування, математичного аналізу, алгебри і геометрії, диференціальних рівнянь, методів оптимізації та дослідження операцій.

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»:

<https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=6720>

Консультації: за окремим розкладом, погодженим зі здобувачами вищої освіти.

Онлайн-консультації: MS Teams, електронна пошта

Інформація про викладачів:



Коряшкіна Лариса Сергіївна

кандидат фізико-математичних наук, доцент

професор кафедри системного аналізу та управління

[Сторінка кафедри САУ](#)

[Google Scholar](#)

[Scopus iD](#)

[ORCID iD](#)



Хом'як Тетяна Валеріївна

кандидат фізико-математичних наук, доцент

доцент кафедри системного аналізу та управління

[Сторінка кафедри САУ](#)

[Google Scholar](#)

[Scopus iD](#)

[ORCID iD](#)

1. Анотація до курсу

Прогнозування поведінки технічних, екологічних, соціальних систем є значним фактором для їх оптимального функціонування. Для дослідження дії на них різноманітних впливів, як детермінованих, так і стохастичних, використовується математичне моделювання.

Поняття «динамічна система» першочергово ототожнюється з математичними моделями систем, чия поведінка залежить від часу. Моделі можуть приймати різну форму і

записуватись з різним ступенем математичної деталізації. Вибір того рівня складності, який робить модель корисною, визначається її застосуванням, яке планується. Побудова математичних моделей відбувається на основі різних підходів (а також їх комбінації). Один спосіб полягає у тому, аби «розщепити» систему на такі підсистеми, властивості яких очевидні із раніше накопиченого досвіду і проведених експериментальних досліджень. Інший спосіб побудови математичних моделей передбачає безпосереднє використання експериментальних даних. У цьому випадку проводиться реєстрація вхідних та вихідних змінних системи, і модель формується у процесі обробки відповідних даних. Деякі моделі динамічних процесів і систем можна записати на основі законів фізики, хімії, термодинаміки та інш. Під час занять здобувачі набувають навичок практичного застосування зазначених методів до моделювання динамічних систем.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – ознайомлення здобувачів вищої освіти з принципами моделювання динамічних процесів і систем, типовими класами математичних задач, які описують динаміку змін параметрів об'єктів, що розглядаються, методами їх розв'язання; формування компетентностей щодо аргументованого застосування математичних методів та моделей у процесі вирішення професійних проблем.

Завдання курсу:

- ознайомлення здобувачів вищої освіти з методами побудови математичних моделей динамічних процесів і систем; розгляд найбільш поширених математичних задач, що описують функціонування динамічних систем, методи їх розв'язування та особливості їх використання;
- оволодіння здобувачами основними підходами і принципами побудови моделей та надбання навичок їх застосування для розв'язування задач моделювання, що виникають при розробці і дослідженні технічних, біологічних, соціальних, економічних систем;
- здобуття навичок аргументовано вибирати і застосовувати методи та відповідне програмне забезпечення для розв'язування практичних задач;
- формування у фахівців з системного аналізу компетентностей щодо математичного моделювання, аналізу стійкості і динамічних систем, сучасного рівня інформаційної та цифрової культури.

3. Результати навчання:

- Аналізувати предметну область і давати формальний опис реальних систем.
- Розробляти математичні моделі об'єктів і процесів, використовуючи процедури формального уявлення про систему та результати дослідження реальних природничих або соціально-економічних систем.
- Застосовувати методи статистичного моделювання та прогнозування, виконувати оцінювання вихідних даних моделі
- На базі методів системного аналізу вміти глибоко з'ясовувати особливості природничих, соціально-економічних та екологічних процесів, що підлягають дослідженню та автоматизації.
- Вміти застосовувати методи регуляризації математичної моделі у випадку її некоректності
- Ідентифікувати параметри математичної моделі, аналізувати адекватність моделі реальному об'єкту чи процесу, використовуючи аналітичні і експериментальні методи перевірки несуперечності, чутливості, реалістичності і працездатності моделі.

4. Структура курсу

Види та тематика навчальних занять	Внесок в загальну оцінку, %
ЛЕКЦІЇ	30
1 Основи математичного моделювання систем	4
Фундаментальні закони природи. Варіаційні принципи. Ієрархічний підхід до побудови моделей. Приклади моделей, отриманих на основі фундаментальних законів природи	
2 Універсальність математичних моделей	4
Рідина в U-образній посудині. Коливальний електричний контур. Малі коливання при взаємодії двох біологічних популяцій. Найпростіша модель зміни зарплатні та зайнятості.	
Динаміка скупчення найпростіших організмів. Випадковий марковський процес. Приклади аналогії між механічними, термодинамічними і економічними об'єктами	
3 Математичне моделювання конкуренції	4
Динамічні моделі конкурентних систем з повною і неповною інформацією	
Математичні моделі соціальних, політичних процесів і систем	
4 Моделювання міжкультурної взаємодії рівняннями конкуренції	4
Системно-динамічний аналіз моделі: обопільна (взаємна) толерантність; надтолерантність; взаємна нетерпимість; нетерпимість – толерантність	
5 Параметрична ідентифікація динамічних систем	4
Постановка задачі параметричної ідентифікації. Особливості методів розв'язування задач параметричної ідентифікації.	
Теоретико-множинний підхід та особливості його застосування до моделювання динамічних систем	
6 Моделювання лінійних динамічних систем методами аналізу інтервальних даних. Аналіз інтервальних гарантованих та допускових методів оцінювання параметрів моделей динамічних систем	4
7. Математичне моделювання в задачах промислової безпеки та екології.	4
Математичні моделі розповсюдження хмар тяжких речовин під час промислових аварій. Математична модель динаміки лісових пожеж	
8. Огляд обчислювальних методів для реалізації моделей динамічних процесів та систем	2
Різницеві методи. Методи прогонки. Методи розв'язання задач оптимального керування динамічними процесами і системами	
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	70
1. Побудова математичних моделей на основі законів термодинаміки, механіки, хімії	10
Мета: закріплення теоретичних знань та розвитку навичок математичного моделювання.	
2. Модель конкуренції. Принцип конкурентного виключення Гаузе. Модель мутуалізму.	10
Мета: закріплення теоретичних знань та розвитку навичок математичного моделювання. Інтерпретація результатів обчислювальних експериментів з реалізації моделі	
3. Побудова і дослідження моделі розповсюдження епідемії та різних її узагальнень. SIR модель і основне репродуктивне число.	10

Види та тематика навчальних занять	Внесок в загальну оцінку, %
Мета: закріплення теоретичних знань та розвинення навичок математичного моделювання. Врахування демографічних процесів	
4. Дослідження моделі «Продуценти – консументи - редуценти» Мета: закріплення теоретичних знань та розвинення навичок дослідження динамічних систем на стійкість	10
5. Просторово неоднорідна модель «забруднення – природа» Мета: закріплення теоретичних знань та розвинення навичок дослідження динамічних систем на стійкість. Інтерпретація результатів обчислювальних експериментів з реалізації моделі	10
6. Розв’язання крайових задач для рівнянь дифузії, теплопровідності Мета: закріплення теоретичних знань та розвинення навичок проведення обчислювальних експериментів з реалізації моделі	10
7. Ідентифікація параметрів динамічних систем за результатами спостережень Мета: закріплення теоретичних знань та розвинення навичок ідентифікації динамічних систем	10
РАЗОМ	100

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Технічні засоби навчання: мультимедійні та комп’ютерні пристрої.

Засоби дистанційної освіти: Moodle, MS Teams.

Пакети прикладних програм Python (безкоштовні).

Активованій акаунт університетської пошти (student.i.p.@nmu.one) на Офіс365.

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6.2. Здобувач вищої освіти може отримати підсумкову оцінку з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Поточна успішність складається з успішності за теоретичну частину курсу (максимум – 30 балів) та оцінок за виконання практичних робіт (максимум 10 балів за кожну роботу та максимальною сумарною оцінкою за всі роботи – 70 балів). Отримані бали за теоретичну частину курсу та практичні роботи додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за поточною успішністю здобувач вищої освіти може набрати 100 балів.

Шкала оцінювання (зазначено максимально можливі бали):

Теоретична частина	Практичні роботи при		Разом
	своєчасному складанні	несвоєчасному складанні	
30	70	50	100

6.3. Критерії оцінювання елементів поточного та підсумкового контролю:

– підсумкове оцінювання відбувається у формі диференційованого заліку у форматі тесту, який складається з 15 запитань із вибором варіанту відповіді – 2 бали за правильну відповідь;

– поточне оцінювання практичних робіт відбувається шляхом захисту звіту з відповідної роботи (максимальний бал – 10, який формується наступним чином: 50 % – правильність і повнота викладення матеріалу в звіті, 50 % – захист індивідуальної роботи шляхом відповіді на контрольні питання).

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується Положенням про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка».

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика. Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту і бути зареєстровані на дистанційний курс «Моделювання динамічних систем» (<https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=6720>). Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту або на форум дистанційного курсу.

7.3. Політика щодо перескладання. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4. Відвідування занять. Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, відрядження, які необхідно підтверджувати документами у разі тривалої (два тижні) відсутності. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту. Якщо здобувач вищої освіти захворів, ми рекомендуємо залишатися вдома і навчатися за допомогою дистанційної платформи. **За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись дистанційно - в онлайн-формі, за погодженням з викладачем.**

7.5. Політика щодо оскарження оцінювання. Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може оскаржити виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Бонуси. Здобувачі вищої освіти можуть додатково отримати до 10 балів за виконання додаткової самостійної роботи за курсом, наприклад виконання індивідуальних завдань за додатковою темою – завдання пропонуються викладачем, підготовка доповіді і участь у студентських наукових конференціях за темою курсу, розробка програмного забезпечення при виконанні індивідуальних завдань, підготовка методичних матеріалів і презентацій.

7.6. Участь в анкетуванні. Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освітим буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни «Моделювання динамічних систем».

8. Рекомендовані джерела інформації

Базові

1. Моделювання та оптимізація систем: підручник [Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В.] –Вінниця : ПП «ТД«Едельвейс», 2017. – 804 с.
2. Дмитрієва О.А. Числові методи моделювання динамічних об'єктів в мультипроцесорних системах: монографія / О.А. Дмитрієва, Н.Г. Гуськова, Є.О. Башков, І.А. Назарова: моно-графія. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. – 268 с.
3. Математичне моделювання процесів і систем [Електронний ресурс] : Навч. посіб. / А. І. Жученко, Л. Р. Ладієва, М. С. Піргач, Я. Ю. Жураковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 351 с.
4. Теорія динамічних систем : навч. посіб. / Володимир Володимирович Пічкур, Олексій Володимирович Капустян, Валентин Володимирович Собчук. – Луцьк : Вежа-Друк, 2020. – 348 с.

Додаткові:

1. Brauer F., Castillo-Chavez C. Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology. Springer, 2012.
2. Volpert V. Elliptic Partial Differential Equations. Volume 2: Reaction-Diffusion Equations. Springer Basel, 2014.
3. Lam K-Y, Lou Y. Introduction to Reaction-Diffusion Equations. Theory and Applications to Spatial Ecology and Evolutionary Biology. Springer, 2022.
4. MATLAB Homepage: <http://www.mathworks.com/products/matlab/>
5. Khomyak T. Stabilization of the Unstable Spinning of a Lagrange Top Filled with a Fluid. International Applied Mechanics – 2015. – V.51, № 6, P.702-709
6. Коряшкіна Л.С. Системний аналіз та математичне моделювання частково-двоетапних процесів розподілу матеріальних потоків / Л. Коряшкіна, Д. Лубенець // System technologies, 2024. Vol. 1, No. 150.– P.86 – 99. DOI 10.34185/1562-9945-1-150-2024-08
7. Koriashkina L.S. One way to solve problems of multi-zone dynamics models identification / L.S. Koriashkina, A. Pravdivy, A.P. Cherevatenko. – Power Engineering, Control & Information Technologies in Geotechnical Systems – CRC Press/ Balkema - Taylor & Francis Group. – 2015. – P. 153 – 160
8. Cheberiyachko Yu.I. Developing a mathematical model of linkage parameters of air flow in a filter box / Yu.I. Cheberiyachko, I.M.Cheberiyachko, M.M.Odnovol, L.S.Koriashkina // Scientific Bulletin of National Mining University, 2019. – № 3. – С. 99 – 105

9. Koriashkina L.S. On the influence of the number of aggregates and free particles on the subsidence of loess soils / L.S. Koriashkina, T.P. Mokritska, O.V. Bondar, M.M. Odnovol // Scientific Bulletin of National Mining University, 2018. – № 5. – С. 5 – 12. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-5/2>
10. Bulat A. Solution of the problem to optimize two-stage allocation of the material flows / A. Bulat, S. Dziuba, S. Minieiev, L. Koriashkina, S. Us // Mining of Mineral Deposits, Vol. 14 (2020), Issue 1, 27 – 35. doi.org/10.33271/mining14.01.027
11. Koriashkina L. Two-stage problems of optimal location and distribution of the humanitarian logistics system's structural subdivisions / L. Koriashkina, S. Us, M. Odnovol, O. Stanina, S. Dziuba // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2024. – № 1. P. 130 – 139. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/130>