

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ»



<b>Ступінь освіти</b>	Здобувач вищої освіти
<b>Галузь знань</b>	12 Інформаційні технології
<b>Тривалість викладання</b>	7 чверть
<b>Заняття:</b>	Весняний семестр
Лекції	3 години
Практичні заняття	2 години
<b>Мова викладання</b>	українська

**Передумови для вивчення** – якісне засвоєння дисципліни «Математичне моделювання і аналіз динамічних систем» у встановлених відповідною робочою програмою обсягах пов'язане з успішним завершенням навчання за першим і другим рівнями вищої освіти за спеціальностями галузі знань 12 «Інформаційні технології».


**Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»:**

<https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=2358>

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

**Онлайн-консультації:** MS Teams, електронна пошта

**Інформація про викладачів:**

	<b>Коряшкіна Лариса Сергіївна (лекції, практичні заняття)</b>
	<b>Посада:</b> доцент кафедри системного аналізу і управління
	<b>Вчене звання:</b> доцент
	<b>Вчений ступінь:</b> кандидат фізико-математичних наук
	Сторінка кафедри САіУ: <a href="https://sau.nmu.org.ua/ua/kadry/koryashkina.php">https://sau.nmu.org.ua/ua/kadry/koryashkina.php</a>
	Orcid ID: <a href="https://orcid.org/0000-0001-6423-092X">https://orcid.org/0000-0001-6423-092X</a>
Scopus ID: <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55844269100">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55844269100</a>	
<b>E-mail:</b> <a href="mailto:koriashkina.l.s@nmu.one">koriashkina.l.s@nmu.one</a>	
<b>Кабінет:</b> 7/1007	

## 1. Анотація до курсу

Сучасну науку неможливо представити без широкого застосування математичного моделювання. Сутність цієї методології полягає в заміні досліджуваного об'єкта його «образом» – математичною моделлю – і подальшому вивченні моделі за допомогою обчислювальних алгоритмів, що реалізуються на комп'ютерах. Цей «третій метод» пізнання, конструювання, проектування вміщує в себе переваги як теорії, так і експерименту. Робота не з самим об'єктом (явищем, процесом), а з його моделлю дає можливість відносно швидко і без суттєвих витрат дослідити його властивості і поведінку в будь-яких уявних ситуаціях (переваги теорії). У той самий час обчислювальні (комп'ютерні, стимуляційні, імітаційні) експерименти з моделями об'єктів дозволяють, спираючись на потужності сучасних обчислювальних методів і технічних засобів інформатики, детально й глибоко вивчати об'єкти достатньо повно (переваги експерименту).

Дисципліна «Математичне моделювання і аналіз динамічних систем» включає підходи щодо моделювання систем, поведінка яких змінюється з часом і описується диференціальними рівняннями та їх системами. Також розглядаються методи розв'язання дослідження на стійкість таких систем. Представлені елементи теорії оптимального керування системами з зосередженими та розподіленими параметрами.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** – формування компетентностей щодо математичного моделювання, аналізу стійкості і керованості динамічних систем.

Під час вивчення дисципліни формується математична компетентність, яка включає в себе здібності, що дозволяють фахівцю, зокрема системному аналітику, формулювати конкретні практичні задачі на мові математичних моделей, досліджувати ці моделі, інтерпретувати отримані результати в термінах поставленої задачі. Ефективне формування математичної компетентності студентів пов'язано з необхідністю подолання суперечності між значимістю математичних дисциплін у підготовці бакалаврів з інформаційних технологій і недостатнім рівнем вміння використовувати їх під час розв'язання конкретних практичних задач.

### Завдання курсу:

- ознайомити здобувачів вищої освіти з методами побудови математичних моделей об'єктів і процесів, використовуючи процедури формального уявлення про систему та результати дослідження реальних природничих або соціально-економічних систем;
- навчити розробляти математичні моделі у вигляді систем диференціальних рівнянь, використовувати методи розв'язання диференціальних рівнянь;
- навчити здобувачів вищої освіти ідентифікувати параметри математичної моделі, аналізувати адекватність моделі реальному об'єкту чи процесу, використовуючи аналітичні і експериментальні методи перевірки несуперечності, чутливості, реалістичності і працездатності моделі.

## 3. Результати навчання:

- Будувати математичні моделі динамічних систем

- Вміти визначати клас задач та можливі методи, які використовуються для розв'язування задач цього класу
- Коректно застосовувати математичні методи для розв'язування задач оптимального керування системами, що описуються диференціальними або кінцево-різницевиими рівняннями

#### 4. Структура курсу

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>70</b>
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-4	<b>Розділ 1. Елементарні математичні моделі.</b> Фундаментальні закони природи. Варіаційні принципи. Ієрархічний підхід до побудови моделей. Приклади моделей, отриманих на основі фундаментальних законів природи	15
ДРН-1 ДРН-3 ДРН-4	<b>Розділ 2. Універсальність математичних моделей.</b> Рідина в U-образній посудині. Коливальний електричний контур. Малі коливання при взаємодії двох біологічних популяцій. Найпростіша модель зміни зарплатні та зайнятості.	
	Деякі моделі найпростіших нелінійних об'єктів	10
ДРН-1 ДРН-3 ДРН-6 ДРН-10 ДРН-13	<b>Розділ 3. Обща схема принципу Гамільтона.</b> Динамічна система «куля – пружина»	
	Універсальність математичних моделей. Динаміка скоплення амеб. Випадковий марковський процес. Приклади аналогії між механічними, термодинамічними і економічними об'єктами	15
	Організація рекламної кампанії. Взаємозарахування боргів підприємств	
ДРН-1 ДРН-12 ДРН-13 ДРН-7 ДРН-8 ДРН-15	<b>Розділ 4. Динамічні моделі соціально-економічних систем.</b> Односекторна динамічна модель розвитку галузі при чистій конкуренції	
	Двофакторна динамічна оптимізаційна модель розвитку галузі. Динамічна модель згладжування циклічності при взаємодії економік	10
	Двофакторна динамічна оптимізаційна модель розвитку галузі. Динамічна модель згладжування циклічності при взаємодії економік	
ДРН-11 ДРН-13 ДРН-4	<b>Розділ 5. Динамічні моделі конкурентних систем з повною і неповною інформацією</b>	10
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-5	<b>Розділ 6. Математичні моделі соціальних, політичних процесів і систем</b>	
ДРН-11	<b>Розділ 7. Керованість динамічних систем. Критерій</b>	

<b>Шифри ДРН</b>	<b>Види та тематика навчальних занять</b>	<b>Обсяг складових, години</b>
ДРН-14 ДРН-9	керованості лінійних і нелінійних систем.	
ДРН-11 ДРН-12 ДРН-10	<b>Розділ 8. Програмні управління в нестационарних системах.</b> Клас допустимих управлінь. Постановка задачі побудови програмного управління. Задача локалізації руху. Імпульсні програмні управління	10
	<b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>50</b>
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-8	1 Модель динаміки промислового підприємства з участю зовнішні інвестиції як форми державної підтримки. Модель динаміки промислового підприємства з нелінійними виробничими функціями	15
ДРН-11 ДРН-12 ДРН-15	2 Модель промислового підприємства, що використовує одноразовий кредитний ресурс за умови рівномірного погашення боргу	15
ДРН-6	3 Ефективність реклами. Попит і пропозиція. Модель природного росту випуску. Зростання випуску в умовах конкуренції	10
ДРН-15 ДРН-12 ДРН-14	4 Дослідження стійкості і керованості динамічних систем	10
	<b>РАЗОМ</b>	<b>120</b>

## 5. Система оцінювання та вимоги

Сертифікація досягнень здобувачів вищої освіти здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання здобувача вищої освіти за дисципліною.

### 5.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

#### *Шкали оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП»*

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо здобувач вищої освіти отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

### 5.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності здобувача вищої освіти за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Здобувач вищої освіти на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам вищої освіти на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

#### *Засоби діагностики та процедури оцінювання*

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури

лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		виконання ККР під час екзамену за бажанням здобувача вищої освіти
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача вищої освіти шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувач вищої освіти під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного дескриптора НРК.

### 5.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача вищої освіти ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії здобувача вищої освіти для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де  $a$  – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення;  $m$  – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

## 6. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення

Технічні засоби навчання.

Дистанційна платформа MOODLE.

## 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 "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". [http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us\\_documents/System\\_of\\_prevention\\_and\\_detection\\_of\\_plagiarism.pdf](http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf).

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.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

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

### **7.5. 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, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

**7.6. Бонуси.** Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освітим буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (MicrosoftFormsOffice 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 «Оптимальні та адаптивні системи». За участь у анкетуванні здобувач вищої освіти отримує **4 бали**.

## 8. Рекомендовані джерела інформації

1. Хусаїнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Основи моделювання динамічних систем. Частина І: Навч. Посібник. – КНУ ім. Т. Шевченка, 2004.  
<http://mss.unicyb.kiev.ua/manuals/mds.pdf>
2. Моделювання та оптимізація систем: підручник / [Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В.] –Вінниця : ПП «ГД«Едельвейс», 2017. – 804 с.
3. Дмитрієва О.А. Паралельне моделювання динамічних об'єктів зі сконцентрованими параметрами/ О.А. Дмитрієва. – Харків: "Ноулідж", 2014. – 336 с.
4. Томашевський В. М. Моделювання систем / В. М. Томашевський. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 349 с.
5. Стеценко І. В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І. В. Стеценко; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. - Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
6. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: Навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. – 224 с.
7. Соколов, С.В. Оптимальні та адаптивні системи [Текст]: навч. посіб. / С.В. Соколов. – Суми: СумДУ, 2018. – 221 с.
8. Штаєр, Л. О. Оптимальні та адаптивні системи : конспект лекцій / Л. О. Штаєр. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2015. – 52 с.
9. Szuster M., Hendzel Z. Intelligent Optimal Adaptive Control for Mechatronic Systems, Series: Studies in Systems, Decision and Control Vol. 120, 1st ed. Springer, 2018, XI – 382 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68826-8>
10. Belegundu, A. D., & Chandrupatla, T. R. (2019). Optimization Concepts and Applications in Engineering (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108347976>
11. Т. М. Боровська, Д. І. Гришин, І. С. Колесник, В. А. Северілов, Розробка моделей і методів оптимального управління системами проектів на базі методів оптимального агрегування , Вісник Вінницького політехнічного інституту: № 1 (2020)
12. J. Dornheim, N. Link, and P. Gumbsch, “Model-Free Adaptive Optimal Control of Sequential Manufacturing Processes Using Reinforcement Learning,” arXiv.org, 2019. [Electronic resource]. Available: <https://arxiv.org/abs/1809.06646v1> . Accessed: Jan. 07. 2019.