Вінницький національний технічний університет
Інститут докторантури та аспірантури
Кафедра Комп`ютерних систем управління

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

спеціальність: G9 Прикладна механіка

освітня програма: Прикладна механіка

СУЯ ВНТУ-08-33-РП.073.01:25

ВНТУ, 2025

Робоча програма навчальної дисципліни

«Математичне моделювання в наукових дослідженнях»

рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий)

галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво

спеціальність – G9 Прикладна механіка

освітня програма – Прикладна механіка

2025 – 16 с.

	Посада **Протокол засідання**	**ПІБ**	**Підпис**
Розроблено	Професор кафедри	Володимир ДУБОВОЙ, д.т.н., професор	ЕП
Схвалено	Гарант освітньої програми	Дмитро ЛОЗІНСЬКИЙ, к.т.н., доцент	ЕП
	Завідувач кафедри Засідання кафедри (протокол №23 від 10.06.2025 р.)	Вячеслав КОВТУН, д.т.н., завідувач кафедри	ЕП
	Директор ІДА	Андрій КАШКАНОВ, д.т.н., професор	ЕП
Затверджено	Голова Ради з якості освіти Рада з якості освіти ВНТУ (протокол №1 від 28.08.2025 р.)	Олександр ПЕТРОВ, к.т.н., проректор з наук.-пед. роботи та організації освітнього процесу	ЕП

© В. М. Дубовой, 2025.

© ВНТУ, 2025 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Назва освітнього компоненту	Математичне моделювання в наукових дослідженнях
Характеристика	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність (Спеціалізація)	G9 Прикладна механіка
Освітні програми	Прикладна механіка
Форми здобуття освіти	денна
Мова викладання	Українська
Кількість кредитів ЄКТС	3
Кількість модулів	2
Загальна кількість годин	90
Курсовий проект/робота, семестр	-

Частина 1	Денна форма
Курс	1
Семестр	1
Кількість кредитів ЄКТС у семестрі	3
Кількість модулів	2
Кількість годин у семестрі	90
Лекційні заняття, годин	16
Практичні заняття, годин	16
Самостійна робота, годин	58
Вид семестрового контролю	Диф. залік

Примітка:

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Математичне моделювання в наукових дослідженнях» базується на знаннях з математики, статистики, чисельних методів і комп'ютерних обчислень, вищої математики, отриманих на попередніх рівнях навчання. Вивчення дисципліни передбачає проведення власного наукового дослідження, публікацію та апробацію результатів дослідження, підготовлення рукопису дисертації.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робочу навчальну програму вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання в наукових дослідженнях» складена з урахуванням вимог освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії зі спеціальності G9 Прикладна механіка.

Мета викладання дисципліни полягає у формуванні компетентностей, необхідних для використання та розробки рішень в сфері машинобудування.

Основними завданнями вивчення дисципліни є підготовка фахівців здатних використовувати у подальших дослідження у прикладній механіці.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни:

ЗК.01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ФК.02. Здатність критичного аналізу, оцінки і синтезу нових ідей в процесі розробки та реалізації механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі новітніх знань в галузі механіки та суміжних предметних галузей.

ФК.08. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

Інтегральна компетентність. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної, у тому числі дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Програмні результати:

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми здобувачі повинні:

ПРН.01. Знати і розуміти процеси та закони прикладної механіки та вміти їх практично застосовувати для дослідження об’єктів в галузі механічної інженерії.

ПРН.07. Знати теорію планування експериментів, методики та принципи моделювання, експериментальних та імітаційних досліджень технологічних процесів, механізмів та машин.

Контрольні заходи:

Поточний та підсумковий контроль знань здобувачів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквіумів, тестування, диференційованого заліку.

На позааудиторну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, підготовка до практичних занять, колоквіумів, тестування, диференційованого заліку, виконання індивідуальних аналітичних робіт, підготовка доповідей на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій з використанням знань з математичного моделювання.

4. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. Вступ.

Поняття про наукові, псевдонаукові і антинаукові дослідження. Основні принципи, види і способи наукових досліджень. Математичне моделювання як фундаментальний метод досліджень. Експеримент як основа теорії і критерій істини.

Тема 2. Організація і обмеження наукового пошуку.

Організація індивідуальних, колективних і міжнародних наукових досліджень. Етичні, екологічні, часові, просторові, енергетичні і фінансові обмеження.

Тема 3. Математичні моделі в наукових публікаціях.

Види наукових публікацій. Способи подання результатів у формі

математичних моделей. Особливості дисертаційних робіт і роль моделей у поданні наукових результатів.

Тема 4. Види систем.

Системи: малі і великі; прості і складні системи; розподілені і зосереджені; однорідні і неоднорідні; природні, штучні; технічні, людино-машинні, соціальні.

Тема 5. Види і характеристики моделей.

Основні види моделей та методи моделювання систем. Поняття моделі системи. Класифікація моделей. Характеристики моделей: точність, адекватність, чутливість, складність, універсальність. Структура і компоненти моделі системи.

Модуль 2.

Тема 6. Структурні моделі.

Графи і графові моделі. Види графів (орієнтовані/неорієнтовані, незважені/зважені, мережі, зв'язані/незв'язані, планарні тощо). Способи формалізації структурних моделей. Операції над графами.

Тема 7. Функціональні моделі.

Моделі систем у статичному режимі. Лінійні та нелінійні рівняння, системи рівнянь. Лінеаризовані моделі (лінійна та кусочно-лінійна апроксимації). Нелінійна апроксимація Моделі логіки. Моделі систем у динамічному режимі. Впливи та їх основні характеристики. Моделі динаміки дискретних систем. Моделі надійності. Алгоритмічні моделі. Моделі обслуговування

Тема 8. Інформаційні моделі.

Основні поняття теорії інформації. Бази даних і знань як інформаційні моделі. Інформаційні потоки.

Тема 9. Моделі в умовах невизначеності.

Джерела невизначеності. Види невизначених моделей. Форми подання невизначеності.

Тема 10. Імітаційне і аналітичне моделювання.

Постановка задачі імітаційного моделювання. Використання агрегатного принципу для імітаційного моделювання. Обробка результатів імітаційного моделювання. Оцінка необхідного обсягу тестів та трудомісткості імітаційного моделювання. Сутність аналітичного

моделювання. Чисельні методи в аналітичному моделюванні.

Тема 11. Аналіз систем і концептуальне проектування моделей.

Поняття про аналіз системи. Концептуальна модель системи. Стандарти моделювання.

Тема 12. Ідентифікація систем.

Задачі ідентифікації. Структурна, алгоритмічна і параметрична ідентифікація. Ідентифікаційний експеримент. Активна і пасивна ідентифікація. Статистична ідентифікація. Експертний метод ідентифікації.

Тема 13. Типові задачі моделювання.

Оптимізація. Прийняття рішень. Прогнозування процесів. Проектування систем.

Тема 14. Заключення.

Тенденції розвитку моделювання

5. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	К-ть годин (Денна форма)
	Семестр 1	
1	Тема 1. Вступ.	1
2	Тема 2. Організація і обмеження наукового пошуку	1
3	Тема 3. Математичні моделі в наукових публікаціях.	1
4	Тема 4. Види систем	1
5	Тема 5. Види і характеристики моделей.	1
6	Тема 6. Структурні моделі.	1
7	Тема 7. Функціональні моделі.	1
8	Тема 8. Інформаційні моделі.	1
9	Тема 9. Моделі в умовах невизначеності.	2
10	Тема 10. Імітаційне і аналітичне моделювання.	1
11	Тема 11. Аналіз систем і концептуальне проектування моделей.	1
12	Тема 12. Ідентифікація систем.	2

13	Тема 13. Типові задачі моделювання.	1
14	Тема 14. Заключення.	1
	Всього за 1 семестр:	**16**

6. Теми семінарських занять – не передбачені

7. Теми практичних занять

№ з/п	**Назва теми**	**К-ть годин (Денна форма)**
	Семестр 1	
1	Математичні моделі в наукових публікаціях	1
2	Концептуальні знання про математичні моделі	1
3	Структурні моделі.	2
4	Функціональні моделі.	1
5	Інформаційні моделі та технології.	1
6	Моделі в умовах невизначеності.	1
7	Комп’ютерне і аналітичне моделювання.	1
8	Аналіз систем і концептуальне проектування моделей.	2
9	Методологія досліджень і ідентифікація систем.	3
10	Типові задачі моделювання у механіці	3
	Всього за 1 семестр:	**16**

8. Теми лабораторних занять – не передбачені

9. Самостійна робота

Самостійна робота до семестру 1:

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин
		Денна
1	Самостійне опрацювання тем теоретичного матеріалу	
1.	*Методологія наукових досліджень і роль математичного моделювання у науковому світогляді*	2
1.	*Види і методи математичного моделювання. Програмне забезпечення комп'ютерного моделювання.*	3
1.	*Аналіз і ідентифікація кіберфізичних систем та застосування моделей систем*	2
2	Опрацювання лекційного матеріалу	24
3	Підготовка до практичних занять	16
4	Підготовка до модульного контролю	8
5	Підготовка до складання диф. заліку	3
	Всього	**58**

10. Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачена індивідуальна робота: дослідження з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікації.

11. Методи навчання

При вивченні дисципліни використовуються:

1. Дидактичні методи – лекції з використанням мультимедійних презентацій.

2. Практичні методи: практичні роботи з використанням прикладного програмного забезпечення.

3. Метод самостійного навчання.

4. Активні методи: експрес опитування, тестування.

5. Словесні методи навчання: лекції, консультації.

12. Форми та методи контролю

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань здобувачів під час лекційного та практичного заняття, тестування, колоквіумів. Під час підсумкового контролю враховуються результати здачі всіх видів навчальної роботи згідно із структурою кредитів. Підсумковий контроль знань здійснюється в кінці опанування освітнього компоненту у вигляді диференційованого заліку.

13. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів вищої освіти з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах):

Вид роботи	**Семестр 1**		**Разом**
	М 1	**М 2**	
Виконання практичних завдань	28	12	40
Колоквіуми	30	30	60
Усього за модуль	**58**	**42**	**100**
Диф. залік			0
Всього			**100**

Шкала оцінювання в балах та ЄКТС:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	**Оцінка ECTS**
90 - 100	**A**
82 - 89	**B**
75 - 81	**C**
64 - 74	**D**
60 - 63	**E**
35 - 59	**FX** з можливістю повторного перескладання

0 - 34	**F** з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Методичне забезпечення

Дисципліна забезпечена навчально-методичним комплексом, до складу якого входять:

1. Робоча програма навчальної дисципліни;
2. Силабус дисципліни;
3. Опорний конспект лекцій;
4. Методичні матеріали до самостійної та індивідуальної роботи здобувачів.
5. Перелік питань та завдання для поточного та підсумкового контролю знань.

15. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів вищої освіти

Рівень компетентності	**За бальною шкалою**	**За шкалою ECTS**	**Критерії оцінювання**
IV Високий (творчий)	90 - 100	A	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; виявлено глибокі знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, сформовано необхідні практичні навички вирішувати професійні завдання усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального.
III Достатній (конструктивний)	82 - 89	B	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин. Необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального.
	75 - 81	C	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин. Вміння викладати базові ідеї, а також практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо; усі передбачені програмою навчання завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками.

II Середній (репро-дуктив-ний)	64 - 74	D	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, виявлено знання та розуміння основних положень; необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки.
	60 - 63	E	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання завдань не виконано або якість виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального.
I Низький	35 - 59	FX	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконане, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
	0 - 34	F	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

Критерії оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів за видами робіт

Рівень компе-тентно-сті	**За шкалою ECTS**	**Критерії оцінювання**	
		Практичне завдання	**Колоквіум**
IV Високий (творчий)	A	**25.2-28 б. (1 контр. зах.)** **10.8-12 б. (1 контр. зах.):** Виставляється при правильному та безпомилковому виконанні завдання	**27-30 б.:** 100% правильних відповідей

III Достатній (конструктивний)	B	**22.96-25.19 б. (1 контр. зах.)** **9.84-10.79 б. (1 контр. зах.):** Виставляється при правильному виконанні завдання, але у відповідях допущені деякі несуттєві помилки, відсутні обґрунтування окремих положень.	**24.6-26.99 б.:** 82-89% правильних відповідей
	C	**21-22.95 б. (1 контр. зах.)** **9-9.83 б. (1 контр. зах.):** Виставляється при правильному виконанні завдання, але з деякими незначними помилками, у відповідях допущені неправильні обґрунтування окремих положень.	**22.5-24.59 б.:** 75-81% правильних відповідей
II Середній (репродуктивний)	D	**17.92-20.99 б. (1 контр. зах.)** **7.68-8.99 б. (1 контр. зах.):** Виставляється, якщо при виконанні завдання допущені помилки, які свідчать про недостатнє знання теорії	**19.2-22.49 б.:** 64-74% правильних відповідей
	E	**16.8-17.91 б. (1 контр. зах.)** **7.2-7.67 б. (1 контр. зах.):** Виставляється, якщо при виконанні допущені помилки, які свідчать про недостатнє знання теорії, пояснення відсутні або фрагментарні.	**18-19.19 б.:** 60-63% правильних відповідей
I Низький	FX, F	**0-16.79 б. (1 контр. зах.)** **0-7.19 б. (1 контр. зах.):** Виставляється у випадку, якщо завдання не виконане	**0-17.99 б.:** 0-59% правильних відповідей

16. Академічні права та обов’язки

Здобувачі вищої освіти, які навчаються у ВНТУ, мають дотримуватися норм забезпечення честі, гідності, взаємної поваги і довіри, рівноправності та толерантності усіх учасників освітнього процесу шляхом дотримання принципів академічної доброчесності, викладених у «Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ».

З метою запобігання та виявлення плагіату у навчальних роботах, розвитку навичок коректної роботи із джерелами інформації та впровадження практики належного цитування, дотримання вимог

наукової етики та поваги до інтелектуальних надбань та активізація самостійності й індивідуальності при створенні авторського твору і відповідальності за порушення загальноприйнятих правил цитування слід дотримуватись норм

«Положення про запобігання академічному плагіату та порядок його виявлення у навчальних, наукових, кваліфікаційних та науково-методичних роботах у ВНТУ».

З метою визнання результатів навчання здобутих під час неформальної та/або інформальної освіти, тобто такої, що здобувалася за освітніми програмами та не передбачала присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій за рівнями освіти, але могла завершуватися присвоєнням професійних та/або присудженням часткових освітніх кваліфікацій при навчанні на території України чи за її межами, а також освіти, яка здійснювалася у порядку самоосвіти, здобувачі вищої освіти можуть скористатися відповідними процедурами, наведеними у «Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти у ВНТУ».

Здобувачі вищої освіти мають право оскаржити результати проміжних та підсумкових контрольних заходів, але на лише на підставі аргументованих пояснень, відповідно до «Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ», а також безпосередньо звернувшись до освітнього омбудсмена, згідно «Положення про освітнього омбудсмена з прав студентів ВНТУ».

З метою вирішення конфліктних ситуацій, що можуть виникнути у здобувачів освіти із іншими учасниками освітнього процесу та/або недопущення виникнення конфліктних ситуацій слід бути обізнаним у нормах «Кодексу етики спільноти ВНТУ». Здобувачі вищої освіти ВНТУ мають керуватися принципом «нульової толерантності» до будь-яких проявів корупції і повинні вживати всіх передбачених законодавством заходів щодо запобігання, виявлення та протидії корупції і пов’язаним з нею діям (практикам), відповідно до «Антикорупційної програми ВНТУ».

Наведені документи оприлюднені на сайті ВНТУ: https://vntu.edu.ua/uk/public-info/zag.html.

17. Рекомендована література

Основна

1. Моделювання та оптимізація систем : підручник / [Дубовой В М , Квєтний Р Н , Михальов О І , А В Усов А В] – Вінниця : ПП «ТД«Едельвейс», 2017 – 804 с.

2. Дубовой, В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об’єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.

3. Імітаційне моделювання в системі Scilab/xcos: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс]. – [Вид. 2-е, переробл. та доповн.]. / Дубовой В. М., Юхимчук М. С., Лещенко Ю. Я. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 119 с.

4. Панкратова Н.Д. Системний аналіз. Теорія та застосування. Наукова думка. 2018. 349 с.

5. Стопакевич О.А. Теорія систем і системний аналіз. Підручник. – К.: ІСДО, 1996, 200 с.

6. Амосов, В. В. Математичне моделювання процесів і машин : навч. посіб. : для студент. спец. «Агроінженерія», «Галузеве машинобудування» / В. В. Амосов, В. М. Сало, М. О. Свірень. – Кропивницький : Лисенко В.Ф., 2022. – 218 с.

7. V. Dubovoi, M. Yukhymchuk, V. Kovtun and K. Grochla. Model-Oriented Training of Coordinators of the Decentralized Control System of Technological Facilities with Resource Interaction. IEEE Access, vol. 13, pp. 13414-13426, 2025, https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3528828 .

8. Dubovoi, V. Model-based learning of coordinators of the decentralized multi-zone objects control systems. Information Technologies and Computer Engineering. 2024. 21(2),66-76.

9. https://doi.org/10.31649/1999-9941-2024-60-2-66-76

10. V. Dubovoi, M. Yukhimchuk, V. Kovtun, K. GrochlaI. Functional Dependability of Distributed Control of Multi-zone Objectsunder Failures Conditions. EEE Access, vol. 12, pp. 95736-95749, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3421380.

11. Volodymyr Dubovoi, Maria Yukhimchuk et al. Functional safety assessment of one-level coordination of distributed cyber-physical objects. PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 97 NR 9/2021, pp. 38-41. http://pe.org.pl/abstract_pl.php?nid=12681

12. Дубовой В. М. Дослідження стійкості та збіжності децентралізованої координації локальних систем управління розподіленими кібер-фізичними системами [Текст] / В. М. Дубовой, М. С. Юхимчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2021. – № 4. – С. 62–69. П.3:

Додаткова

13. Дубовой В. М. Моделювання систем контролю та керування : навчальний посібник / Дубовой В. М. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 175 с.

14. Дубовой В. М. Спеціальні розділи математики / В. М. Дубовой, О. Д. Никитенко. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 165 с.

15. Мережа Internet: Дистанційний електронний курс: Simulation and modeling of natural processes. Режим доступу

16. https://www.coursera.org/lecture/modeling-simulation-natural-processes/modeling

17. Мережа Internet: Дистанційний електронний курс: Computational Thinking for Modeling and Simulation. Режим доступу: https://www.edx.org/course/computational-thinking-for-modeling-and-simulation