



ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

**«МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ГІРНИЧНО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ»**

Затверджено на засіданні кафедри
автоматизації, електро- та
робототехнічних систем
протокол № 1
від «03» вересня 2025 р

Запоріжжя 2025



УКЛАДАЧ:

ГРУДКІНА Наталя, доктор технічних наук, доцент, професор
кафедри природничо-наукових та загальноінженерних
дисциплін

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми
«Комп'ютерне конструювання
мехатронних систем»

Богдан ЦИМБАЛ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Олексій КОЙФМАН

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Опис курсу. Математичне моделювання технічних систем гірничо-металургійного комплексу – навчальна дисципліна, що направлена на оптимальне вирішення задач в гірничо-металургійному комплексі. Дисципліна розглядає 1) принципи та аксіоми моделювання, види моделей та моделювання; 2) поширені програмні продукти для вирішення задач з моделювання; 3) приклади задач по моделюванню в гірничо-металургійному комплексі. Особливістю курсу є підготовка фахівців до вирішення завдань в гірничо-металургійному комплексі, що мають різні варіанти розв'язків. Дисципліна є обов'язковою для магістрів з комп'ютерного конструювання мехатронних систем.

Вимоги:

- наявність базових знань з математики: функції однієї та кількох змінних, диференціальне числення;
- наявність базових знань з інформатики: аналіз і візуалізація даних, бази даних;
- наявність базових знань щодо технологій, машин і агрегатів гірничо-металургійного виробництва;
- наявність навичок з використання Microsoft Word, Excel та Visio;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до куратора групи).

Програмні результати навчання:

- використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації;
- оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах;
- вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію.
- виконувати математичне моделювання технічних систем та процесів, вузлів обладнання гірничо-металургійного комплексу, вміти аналізувати одержані результати досліджень.

Організація курсу, форми та методи навчання.

- Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та практичних занять – з іншого.
- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття у вигляді сполучення пояснень викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції.
- Практичні заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій та розв'язання задач різних рівнів, розбір реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу; їх відвідування є бажаним.
- Від студента потребується виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».
- З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу



очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.

– Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті або в персональній розмові в MS Teams.

Мова освітнього процесу: українська, англійська (окремі джерела літератури, фактологічна та інша інформація).



2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкового компоненту освітньої програми «Комп'ютерне конструювання мехатронних систем»

Змістовий модуль 1. Задачі лінійного програмування та їх вирішення

Тема 1. Основні поняття та визначення. Постановка задач лінійного програмування

Вступ. Модель. Головні властивості моделі. Моделювання. Особливості моделювання як методу. Цілі моделювання.

Тема 2. Принципи та аксіоми моделювання. Класифікації моделей та моделювання

Принципи моделювання. Аксіоми моделювання. Класифікації моделей та моделювання. Види реального моделювання технічних систем і процесів.

Тема 3. Види задач лінійного програмування та методика їх рішення

Основні фактори, від яких залежить характер моделі. Проблема і завдання дослідження. Системний підхід до вивчення об'єкту дослідження.

Змістовий модуль 2. Моделювання в гірничо-металургійному комплексі

Тема 4. Групи математичних моделей

Лінійне програмування. Види задач лінійного програмування. Управління запасами. Розподіл ресурсів.

Тема 5. Економіко-математичні задачі по моделюванню в гірничо-металургійному комплексі

Ремонт та заміна технологічного обладнання. Задачі масового обслуговування. Методика рішення задач ЛП за допомогою EXCEL.

Тема 6. Моделювання за допомогою математичних процесорів

Можливості математичних процесорів. Основи обчислень за допомогою математичних процесорів. Математичне моделювання в середовищі математичних процесорів. Методика рішення задач за допомогою математичних процесорів.

3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкового компоненту освітньої програми «Комп'ютерне конструювання мехатронних систем»

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1 Задачі лінійного програмування та їх вирішення						
1.	Основні поняття та визначення. Постановка задач лінійного програмування	18	2	4		12
2.	Принципи та аксіоми моделювання. Класифікації моделей та моделювання	18	2	4		12
3.	Види задач лінійного програмування та методика їх рішення	26	4	10		12
Змістовий модуль 2 Моделювання в гірничо-металургійному комплексі						
4.	Групи математичних моделей	16	2	4		10
5.	Економіко-математичні задачі по моделюванню в гірничо-металургійному комплексі	20	2	6		12
6.	Моделювання за допомогою математичних процесорів	22	5	6		11
Усього годин		120	17	34		69

4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Види контр. точок	Тижні																	Всього
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Робота на практичних заняттях			10			10						10			10			40
Захист індивідуальних завдань							15									15		30
Модульні контрольні роботи								15									15	30
Всього																		100

4.2 Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях ПР1. Вирішення задач ЛП за допомогою надбудови Розв'язувача (Microsoft).	Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена одразу ж. Мах 10 балів: – студент дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (7 балів); – оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (3 бали)
ПР2. Транспортні задачі. Транспортна задача з закритою моделлю. Транспортна задача з відкритою моделлю, випадок 1. Транспортна задача з відкритою моделлю, випадок 2.	Мах 10 балів: – студент дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (7 балів); оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (3 бали)
ПР3. Задачі про управління ресурсами. Задачі моделювання в металургійному комплексі.	Мах 10 балів: – студент дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (7 балів);



Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
	не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам есе або завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за цим критерієм знижується (5 балів) студент під час презентації / захисту есе демонструє володіння термінологічним апаратом, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати позицію під зміни у вихідному ситуаційному завданні (5 бали)
Модульні контрольні роботи	МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. В разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб не обмежується, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота включає блок з 15 тестових завдань з матеріалу модуля (max 15 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю.

Додаткові зауваження:

– студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#));

– оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях, не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;

– викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

4.3 Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

	Варіант вивчення як обов'язкової	Варіант вивчення як вибіркової
Форма підсумкового контролю	Письмовий екзамен	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	не менше 35 балів; якщо здобувачі освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнені, що набрали 35 балів за поточну успішність, складуть іспит на 85 балів і вище, то вони мають підвищити власні результати поточного контролю до прийнятого рівня	якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання
Порядок визначення підсумкової оцінки	– підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту:	



	$\begin{cases} \text{ПО} = \frac{0 + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$
Порядок проходження екзамену	Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 50 тестових завдань множинного вибору з однією вірною відповіддю (по 2 бали). Екзамен оцінює ступінь володіння навиками застосування програмних продуктів для математичного моделювання за проблематикою всього курсу. На складання екзамену надається 2 спроби. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу ((Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)))

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці.

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	Залік
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки	Задовільно	
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки		
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни	Незадовільно	Незалік
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом		
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

4.4 Особливі підходи до визнання результатів навчання

– В разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні, то кредити та оцінка з дисципліни може бути Perezархована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не Perezарховуються;

– В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики дисципліни (наприклад, Coursera, UdeMy або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих веб-ресурсів або



проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самосійтно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#).

5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Базові


1. Автоматизація виробничих процесів, Ельперін І.В., Пупена О.М., Сідлецький В.М., Швед С.М., Ліра-К, 2021, 378 с..
2. Замула, О. В., Замула, О. О. Робота з надбудовою Solver MS Excel. Харків. НТУ "ХПІ", 2019.
3. Навчальний посібник «Лінійне програмування» О. О. Ємець, О. С. Пічугіна, О. Б. Маций, К. П. Коробчинський. Х. : ХНАДУ, 2019. – 102 с.
4. Zhang P. Networked Microgrids . — Cambridge, 2021. — 234 p.
5. Ahuja L.R., Kersebaum K.C., Wendroth O. Modeling Processes and Their 5 Interactions in Cropping Systems: Challenges for the 21st Century. 2022 – 416 p. DOI:10.1002/9780891183853

Додаткові

6. Налобіна О.О. Концептуальна модель оперативного управління транспортною системою в умовах воєнного стану / Налобіна О.О., Голотюк М.В., Бундза О.З., Шимко А.В. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк. Луцький НТУ, 2023. – Том 1. № 20. – С.177-186. DOI: <https://doi.org/10.36910/automash.v1i20.1047>.
7. Оптимізаційні методи та моделі: підручник / Л.В. Забуранна та ін. – К., 2014. – 372 с.
8. Моделювання економіки: підручник / В.С. Григорків. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2019. С. 182-204.
9. Оптимізація технологічних процесів в середовищі MATLAB [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавр за освітньою програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології» спеціальності 174 (151) «Автоматизація, комп'ютерно- інтегровані технології та робототехніка» / А. І. Жученко, Л. Р. Ладієва, Р. М. Дубік, Є. О. Тюріна ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/67048> (1 файл: 4,08 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2024. – 161 с. – Назва з екрана.
10. Flexible Automation and Intelligent Manufacturing: The Human-Data-Technology Nexus. (2022). In K.-Y. Kim (Ed.), *Flexible Automation and Intelligent Manufacturing: The Human-Data-Technology Nexus*. Springer Nature. <https://read.kortext.com/reader/epub/2078557>
11. New Technologies, Development and Application VI. (2023). In I. Karabegovic (Ed.), *New Technologies, Development and Application VI*. Springer Nature. <https://read.kortext.com/library/books>
12. Mastering Uncertainty in Mechanical Engineering. (2021). In *Mastering Uncertainty in Mechanical Engineering*. Springer Nature. <https://read.kortext.com/reader/epub/1538975?q=industry%204.0>

Web-ресурси

13. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 26.09.2024).
14. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 26.08.2024).



15. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 26.08.2024).

16. Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 26.08.2024).

17. Word та Excel: інструменти і лайфхаки. https://prometheus.org.ua/course/course-v1:DNU+PRIN-101+2017_T1

Навчальна платформа Udemу

1. From Wire to PLC , A Bootcamp In Industrial Automation
<https://ua.udemy.com/course/from-wire-to-plc-a-to-z-compilation/>
2. A Complete Beginner's Guide to Industry 4.0
<https://ua.udemy.com/course/intro-to-industry-4/>

6 АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагіату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.

– Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

– Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

– Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://polytechnic.metinvest.university)