



**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**



Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ**

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»

другого рівня вищої освіти

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

галузі знань 12 Інформаційні технології

кваліфікація Магістр з комп'ютерної інженерії

Розглянуто на засіданні кафедри
Протокол №13 від 31 березня 2022 року

м. Кропивницький – 2022

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до дисципліни
3. Мета і завдання дисципліни
4. Формат дисципліни
5. Результати навчання
6. Обсяг дисципліни
7. Пререквізити
8. Технічне й програмне забезпечення/обладнання
9. Політика дисципліни
10. Навчально - методична карта дисципліни
11. Система оцінювання та вимоги
12. Рекомендовані література й інші джерела

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ
Рік викладання	2022-2023 навчальний рік
Викладачі	Якименко Наталія Миколаївна, доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення http://kbpz.kntu.kr.ua/yakymenko-natalia/ https://scholar.google.com.ua/citations?user=ElEr7tcAAAAJ&hl=ru https://orcid.org/0000-0002-2125-5788 Гермак Вікторія Сергіївна, викладач кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення http://kbpz.kntu.kr.ua/germak-viktoriy/ https://scholar.google.com.ua/citations?user=2IR18z4AAAAJ&hl=ru https://orcid.org/0000-0001-8473-4156
Контактний телефон	службовий: (0522)390-449 – робочі дні з 8.30 до 14.20 Мобільні телефони / Telegram надано у описі курсу «Математичні методи дослідження операцій» на сайті дистанційної освіти ЦНТУ.
E-mail:	it-kntu@ukr.net
Консультації	Очні консультації згідно розкладу консультацій Онлайн консультації: е-листування
Курс у системі дистанційного навчання	http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=622

2. Анотація до дисципліни

Дисципліна «Математичні методи дослідження операцій» належить до переліку вибіркових навчальних дисциплін та є складовою частиною навчально-методичного забезпечення навчального процесу за освітнім рівнем «Магістр» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Курс «Математичні методи дослідження операцій» спрямований на ознайомлення майбутніх фахівців з теоретичними основами математичного програмування і формування у спеціалістів практичних навичок застосування математичних методів і методології прийняття рішень в різних напрямках виробничої діяльності.

3. Мета і завдання дисципліни

Мета вивчення дисципліни: ознайомлення студентів з основами математичних методів розв'язання екстремальних задач; формування навичок математичного дослідження прикладних питань і уміння перевести практичну задачу на математичну мову, формування здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми в галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерних наук, інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Завдання вивчення дисципліни полягає в формуванні наступних компетентностей, важливих для особистісного розвитку фахівців та їхньої конкурентоспроможності на сучасному ринку праці:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.
- Здатність збирати і аналізувати дані (включно з великими), для забезпечення якості прийняття проектних рішень.

4. Формат дисципліни

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням мультимедійних презентацій, поєднуючи із лабораторними роботами.

Формат очний (offline / Face to face).

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (offline / Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

5. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» студент досягне наступних програмних результатів навчання:

- Зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію у сфері комп'ютерних наук до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.
- Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.
- Розробляти математичні моделі та методи аналізу даних

6. Обсяг дисципліни

Ознака дисципліни, вид заняття	Кількість годин
Рекомендації щодо семестру вивчення	1 семестр
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Кількість кредитів / годин	4 / 120
Кількість змістових модулів	2
Нормативна / вибіркова	Вибіркова
Лекції	28
Лабораторні	14
Самостійна робота	78
Вид підсумкового контролю:	залік

7. Пререквізити

Ефективність засвоєння змісту дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» значно підвищиться, якщо студент попередньо опанував матеріал таких дисциплін бакалаврських чи магістерських програм: «Вища математика», «Інформатика», «Програмування», «Дискретна математика».

8. Технічне й програмне забезпечення/обладнання

Для викладання дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» застосовується матеріально-технічна база кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення. Лекційні заняття проводяться в аудиторіях, обладнаних мультимедійним проектором. Лабораторні роботи виконуються у спеціалізованих комп'ютерних лабораторіях кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, обладнаних відповідним апаратним та програмним забезпеченням (ауд 501, 507, 508, 517), з відкритою бездротовою мережею Wi-Fi, вільним доступом до Інтернету. Оскільки при вивченні дисципліни використовуються інформаційні технології навчання, система дистанційної освіти Moodle, студенту необхідно мати комп'ютерну техніку (з виходом у Internet) та оргтехніку для комунікації з викладачами, виконання тестових завдань в системі дистанційної освіти.

9. Політика дисципліни

Організація освітнього процесу.

Викладач і здобувачі повинні дотримуватися вимог Положення про організацію освітнього процесу ЦНТУ, Кодексу академічної

добросесності ЦНТУ, Положення про дотримання академічної добросесності НПП та здобувачами вищої освіти, інших нормативних актів університету <http://www.kntu.kr.ua/?view=univer&id=4>.

Академічна добросесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної добросесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

Детальніше за посиланням URL : <http://www.kntu.kr.ua/doc/dobro.pdf>

Відвідування занять

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лекції і лабораторні заняття курсу.

Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Поведінка на заняттях

Недопустимими є: запізнення на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

10. Навчально - методична карта дисципліни

Тиждень, дата, години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
Змістовий модуль 1. Оптимізаційні задачі лінійного програмування							
Тиждень 1-2 (за розкладом) 4год.	Тема 1. Загальна методологія математичного програмування та дослідження операцій. Основні поняття та визначення. Ефективність операцій. Структура методики дослідження операцій. Склад методики дослідження операцій. Типові класи задач дослідження операцій. Предмет математичного програмування. Загальна задача математичного програмування. Класифікація задач математичного програмування. Теорема про достатні умови глобального максимуму. Математичні моделі операцій. Тема 2. Типові задачі математичного програмування. Приклади типових задач математичного програмування. Задачі лінійного програмування. Поняття про лінійне програмування. Форми запису задачі лінійного програмування. Геометрична інтерпретація задач лінійного програмування. Графічний метод розв'язання задач лінійного програмування.	Лекція / Face to face	Конспект лекцій / презентація	Базова 1,2, 7,10 Допоміжна 11,12, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 23	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал теми 1 та теми2. Виконати завдання СРС №1. Підготувати повідомлення(презентацію) на тему, вказану за варіантом для 1 – 2 тижня. 4 год.	8	Навчальний тиждень 1-2

Тиждень 1-2 (за розкладом) 2 год.	Тема 1. Загальна методологія математичного програмування та дослідження операцій. Тема 2. Типові задачі математичного програмування. Задачі лінійного програмування. Лабораторна робота №1. Розв'язування задач лінійного програмування графічним способом.	Лабораторна / Face to face	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт	Базова 1,2, 7,10 Допоміжна 11,12, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 18, 21	Самостійно опрацювати теоретико-практичні питання до лабораторної роботи №1. 4 год.	8	За розкладом лабораторних занять
Тиждень 3-4 (за розкладом) 4 год.	Тема 3. Симплекс метод розв'язання задач лінійного програмування. Поняття про симплекс метод. Приведення стандартної форми обмежень нерівностей до обмежень рівностей (рівнянь обмежень) основної задачі лінійного програмування. Основні прийоми та способи симплекс методу розв'язання задач лінійного програмування. Тема 4. Алгоритм пошуку опорних розв'язків основної задачі лінійного програмування. Табличний алгоритм заміни базисних змінних. Алгоритм пошуку опорного розв'язку за допомогою стандартних таблиць. Алгоритм пошуку оптимального розв'язку основної задачі лінійного програмування. Розв'язання задачі лінійного програмування із використанням системи комп'ютерної математики Matlab.	Лекція / Face to face	Конспект лекцій / презентація	Базова 1,2, 7,10 Допоміжна 11,12, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 18, 21	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал теми 3 та теми 4. Виконати завдання СРС №2. Підготувати повідомлення(презентацію) на тему, вказану за варіантом для 3 - 4 тижня. 4 год.	8	Навчальний тижень 3-4
Тиждень 3-4 (за розкладом) 2 год.	Тема 3. Симплекс метод розв'язання задач лінійного програмування. Тема 4. Алгоритм пошуку опорних розв'язків основної задачі лінійного програмування. Лабораторна робота №2. Розв'язування задач лінійного програмування симплекс-методом.	Лабораторна / Face to face	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт	Базова 1,2, 7,10 Допоміжна 11,12, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 18, 21	Самостійно опрацювати теоретико-практичні питання до лабораторної роботи №2. 6 год.	9	За розкладом лабораторних занять

Тиждень 5-6 (за розкладом) 4 год.	Тема 5. Транспортна задача лінійного програмування. Постановка транспортної задачі. Табличний метод пошуку опорного плану (метод "північно-західного кута"). Метод пошуку оптимального плану шляхом циклічного перерахунку (метод циклічного перерахунку або розподільчий метод). Метод потенціалів розв'язання транспортної задачі. Деякі окремі випадки транспортних задач. Розв'язок транспортної задачі за критерієм часу. Тема 6. Післяоптимізаційний аналіз задачі лінійного програмування. Загальна постановка і правила побудови двоїстої задачі. Основні теореми двоїстості. Аналіз розв'язку задачі лінійного програмування. Аналіз розв'язку задач лінійного програмування на основі двоїстих оцінок. Аналіз розв'язку задачі лінійного програмування на основі використання параметричного програмування.	Лекція / Face to face	Конспект лекцій / презентація	Базова 1,2, 7,10 Допоміжна 11,12, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 18, 21	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал теми 5 та теми 6. Виконати завдання СРС №3. Підготувати повідомлення(презентацію) на тему, вказану за варіантом для 5 - 6 тижня. 6 год.	8	Навчальний тижень 5-6
Тиждень 5-6 (за розкладом) 2 год.	Тема 5. Транспортна задача лінійного програмування. Тема 6. Післяоптимізаційний аналіз задачі лінійного програмування. Лабораторна робота №3. Розв'язання відкритої та закритої транспортної задачі.	Лабораторна / Face to face	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт	Базова 1,2, 7,10 Допоміжна 11,12, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 18, 21	Самостійно опрацювати теоретико-практичні питання до лабораторної роботи №3. 6 год.	9	За розкладом лабораторних занять
Максимальна кількість балів за змістовим модулем 1						50	
Змістовий модуль 2. Задачі нелінійного програмування							

Тиждень 7-8 (за розкладом) 4 год.	Тема 7. Цілочисельні задачі лінійної оптимізації. Постановка цілочисельних задач лінійної оптимізації. Метод Гоморі розв'язання цілочисельних задач лінійного програмування. Метод гілок та границь розв'язання цілочисельної задачі лінійного програмування. Тема 8. Нелінійне програмування. Класичні умови екстремуму задачі нелінійного програмування. Найпростіша задача нелінійного програмування в умовах невід'ємності змінних.	Лекція / Face to face	Конспект лекцій / презентація	Базова 1,3,4,6,7,9 Допоміжна 12,13,14, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 19, 21	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал теми 7 та теми 8. Виконати завдання СРС №4. Підготувати повідомлення(презентацію) на тему, вказану за варіантом для 7-8 тижнів. 6 год.	6	Навчальний тиждень 7-8
Тиждень 7-8 (за розкладом) 2 год.	Тема 7. Цілочисельні задачі лінійної оптимізації. Тема 8. Нелінійне програмування. Найпростіша задача нелінійного програмування в умовах невід'ємності змінних. Лабораторна робота №4. Розв'язання цілочисельної задачі різними методами.	Лабораторна / Face to face	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт	Базова 1,3,4,6,7,9 Допоміжна 12,13,14 Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 19, 21	Самостійно опрацювати теоретико-практичні питання до лабораторної роботи №4. 6 год.	6	За розкладом лабораторних занять
Тиждень 9-10 (за розкладом) 4 год.	Тема 9. Задачі опуклого та квадратичного програмування. Умови та теорема Куна-Такера. Квадратичне програмування. Тема 10. Огляд основних підходів до побудови чисельних методів розв'язання задач нелінійного програмування. Модельно-тестовий приклад. Метод сканування (метод повного перебору). Метод Гаусса-Зейделя (метод покоординатного спуску). Метод градієнту. Метод найшвидшого спуску. Метод випадкового пошуку.	Лекція / Face to face	Конспект лекцій / презентація	Базова 1,3,4,6,7,9 Допоміжна 12,13,14 Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 19, 21	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал теми 9 та теми 10. Виконати завдання СРС №5. Підготувати повідомлення(презентацію) на тему, вказану за варіантом для 9-10 тижнів. 6 год.	6	Навчальний тиждень 9-10

Тиждень 9-10 (за розкладом) 2 год.	Тема 9. Задачі опуклого та квадратичного програмування. Тема 10. Огляд основних підходів до побудови чисельних методів розв'язання задач нелінійного програмування. Лабораторна робота №5. Застосування чисельних методів до розв'язання задач нелінійного програмування.	Лабораторна / Face to face	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт	Базова 1,3,4,6,7,9 Допоміжна 12,13,14, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 19, 21	Самостійно опрацювати теоретико-практичні питання до лабораторної роботи №5. 6 год.	7	За розкладом лабораторних занять
Тиждень 11-12 (за розкладом) 4 год.	Тема 11. Застосування системи комп'ютерної математики MATLAB для розв'язку задач квадратичного та нелінійного програмування. Тема 12. Нелінійне програмування з сепарабельними функціями. Дробово-лінійне програмування.	Лекція / Face to face	Конспект лекцій / презентація	Базова 1,3,4,6,7,9 Допоміжна 12,13,14, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 19, 21	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал теми 11 та теми 12. Виконати завдання СРС №6. Підготувати повідомлення(презентацію) на тему, вказану за варіантом для 11-12 тижнів. 6 год.	6	Навчальний тиждень 11-12
Тиждень 11-12 (за розкладом) 2 год.	Тема 11. Застосування системи комп'ютерної математики MATLAB для розв'язку задач квадратичного та нелінійного програмування. Лабораторна робота №6. Застосування MATLAB для розв'язку задач квадратичного програмування.	Лабораторна / Face to face	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт	Базова 1,3,4,6,7,9 Допоміжна 12,13,14, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 19, 21	Самостійно опрацювати теоретико-практичні питання до лабораторної роботи №6. 6 год.	6	За розкладом лабораторних занять
Тиждень 13-14 (за розкладом) 4 год.	Тема 13. Чисельні методи розв'язання багатовимірних задач нелінійного програмування за наявності обмежень. Загальна характеристика чисельних методів. Методи нульового порядку. Тема 14. Прямі та непрямі методи умовної оптимізації. Метод проекції градієнта. Комплексний метод Бокса. Непрямі методи умовної оптимізації (методи штрафних функцій).	Лекція / Face to face	Конспект лекцій / презентація	Базова 1,3,4,6,7,8,9 Допоміжна 12,13,14, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 20, 21	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал теми 13 та теми 14. Виконати завдання СРС №7. Підготувати повідомлення(презентацію) на тему, вказану за варіантом для 13-14 тижнів. 6 год.	6	Навчальний тиждень 13-14

Тиждень 13-14 (за розкладом) 2 год.	Лабораторна робота №7. Розв'язання задач динамічного програмування.	Лабораторна / Face to face	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт	Базова Базова 1,3,4,6,7,8,9 Допоміжна 12,13,14, Інформаційні ресурси 15-17 Методичне забезпечення 20, 21	Самостійно опрацювати теоретико-практичні питання до лабораторної роботи №7. 6 год.	7	За розкладом лабораторних занять
Максимальна кількість балів за змістовим модулем 2						50	

11. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.
Форма підсумкового контролю: екзамен.

Контроль знань і умінь здобувачів (поточний і підсумковий) здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації освітнього процесу в ЦНТУ. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з поточної навчальної роботи впродовж семестру.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
35-59	F X	незадовільно з можливістю повторного складання	

1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
------	---	--	---

Критерії оцінювання. Еквівалент оцінки в балах для кожної окремої теми може бути різний, загальну суму балів за тему визначено в навчально-методичній карті. Розподіл балів між видами занять (лекції, лабораторні заняття, самостійна робота) можливий шляхом спільного прийняття рішення викладача і студентів на першому занятті:

оцінку «відмінно» (90-100 балів, А) – заслуговує студент, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

оцінку «добре» (82-89 балів, В) – заслуговує студент, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;
- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

оцінку «добре» (74-81 бал, С) – заслуговує студент, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;
- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;
- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

оцінку «задовільно» (64-73 бали, D) – заслуговує студент, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;
- виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;
- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;
- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

оцінку «задовільно» (60-63 бали, E) – заслуговує студент, який:

– володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який:

– виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

оцінку «незадовільно» (35 балів, F) – виставляється студенту, який:

– володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;
– допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;
– не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

При виставленні оцінки враховуються результати навчальної роботи студента протягом семестру

Критерії оцінки заліку:

– «зараховано» – студент має стійкі знання про основні поняття дисципліни, може сформулювати взаємозв'язки між поняттями.
– «незараховано» – студент має значні пропуски в знаннях, не може сформулювати взаємозв'язку між поняттями, що вивчаються в курсі, не має уявлення про більшість основних понять дисципліни, що вивчається.

Критерії оцінювання знань і вмінь здобувачів визначені Положенням про організацію освітнього процесу в ЦНТУ (стор. 32-33)

http://www.kntu.kr.ua/doc/doc/The_provisions_of_company_profile.pdf

Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни «Математичні методи дослідження операцій»:

ЗМ1			ЗМ2				Сума
T1-2	T3-4	T5-6	T7-8	T9-10	T11-12	T13-14	
16	17	17	12	13	12	13	100

Примітка: ЗМ1,ЗМ2-змістовий модуль; T1, T2,.. ,T14 - тема програми.

12. Рекомендовані література й інші джерела

Базова література

1. Лавров Є. А. Математичне програмування : навч. посіб. / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. А. Сергієнко ; за ред. Є. А. Лаврова. – Суми : ПП Вінниченко М. Д. ; ФОП Литовченко Є. Б., 2013. – 256 с.

2. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. Збірник задач. – К.: Видавничий Дім “Слово”, 2007.- 472 с.
3. Ларіонов Ю.І., Левикін В.М., Хажмурадов М.А. Дослідження операцій в інформаційних системах.-Харків.: Компанія СМІТ, 2005.-364 с.
4. Томашевський В.М. Моделювання систем. Підручник. -К.: Видавнича група ВНУ, 2007.- 352 с.
5. Глоба Л.С. Математичні основи побудови інформаційно-телекомунікаційних систем.-К.: Норіта-плюс, 2007.-360 с.
6. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу.-К.: Видавнича група ВНУ, 2007.-544с.
7. Самсонов В.В. Алгоритми розв’язання задач оптимізації: Навчальний посібник. К.: НУХТ, 2014.-300 с.
8. Методи синтезу та оптимізації : конспект лекцій для студ. напряму підготовки 6.050101 «Комп’ютерні науки» / В. В. Шендрик, Ю. В. Парфененко. – Суми : СумДУ, 2014. – 148 с.
9. Наконечний С. І. Математичне програмування : навч. посіб. / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. – Київ : КНЕУ, 2003. – 452 с. 26. Нефьодов Ю. М. Методи оптимізації в прикладах і задачах : навчальний посібник / Ю. М. Нефьодов, Т. Ю. Балицька. – Київ : Кондор, 2011. – 324 с

Допоміжна література

10. Operations Research: An Introduction , Hamdy A. Taha /University of Arkansas, Fayetteville , Tenth Edition Pearson Education Limited 2017 - 849 с.
11. Operations Research: A Practical Introduction (Advances in Applied Mathematics), 2nd Edition, Michael W. Carter (Author), Camilla K. Price (Author), Gait Rabadı (Author) //Видавець : Chapman and Hall/CRC; 2-й випуск (14 серпня 2018 р.), 448 сторінок, ISBN-10 : 1498780105, ISBN-13 : 978-1498780100
12. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Основы применения.-М.: СОЛОН-Пресс, 2010.- 800 с.
13. **Numerical Methods. Using MATLAB.** Third Edition. John H. Mathews. California State University. Fullerton. Kurtis D. Fink. Northwest Missouri State University – 2003р..336 сторінок
14. Computer Simulations in Economics, ByAki Lehtinen, Jaakko Kuorikoski// BookThe Routledge Handbook of Philosophy of Economics// 1st Edition, 2021, eBook ISBN9781315739793.

Інформаційні ресурси

15. <http://www.nbuv.gov.ua/eb/ep.html> - Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського
16. <http://dspace.nbuv.gov.ua/> - Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України
17. Дистанційна освіта ЦНТУ. – URL: <http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=622>

Методичне забезпечення

18. Методичні рекомендації до лабораторних занять з дисципліни “ Математичні методи дослідження операцій ” освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальностей 122 Комп’ютерні науки та 123 Комп’ютерна інженерія денної та заочної форми навчання. Частина 1. Лінійне програмування/ Укладач: Н.М.Якименко – Кропивницький: ЦНТУ, 2019 – 21 с.

19. Методичні рекомендації до лабораторних занять з дисципліни “ Математичні методи дослідження операцій ” освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальностей 122 Комп’ютерні науки та 123 Комп’ютерна інженерія денної та заочної форми навчання. Частина 2. Нелінійне програмування/ Укладач: Н.М.Якименко – Кропивницький: ЦНТУ, 2019 – 47 с.
20. Методичні рекомендації до лабораторних занять з дисципліни “ Математичні методи дослідження операцій ” освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальностей 122 Комп’ютерні науки та 123 Комп’ютерна інженерія денної та заочної форми навчання. Частина 3. Динамічне програмування/ Укладач: Н.М.Якименко – Кропивницький: ЦНТУ, 2019 – 14 с.
21. Методичні рекомендації до самостійної роботи з дисципліни “ Математичні методи дослідження операцій ” освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальностей 122 Комп’ютерні науки та 123 Комп’ютерна інженерія денної та заочної форми навчання. / Укладач: Н.М.Якименко – Кропивницький: ЦНТУ, 2019 – 11 с.