


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
Факультет комп'ютерних наук  
Кафедра комп'ютерної інженерії

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Перший проректор

 Юрій КОТЛЯР

« \_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ В ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧАХ**

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія  
Рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий)

Розробники:

Чуйко Г. П.

Завідувач кафедри розробника

Журавська І. М.

Завідувач кафедри спеціальності 123

Журавська І. М.

Гарант освітньої програми

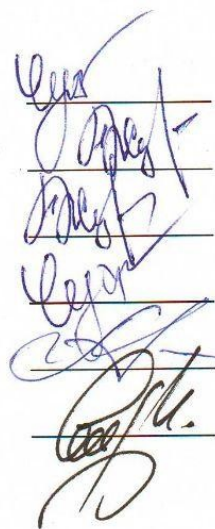
Чуйко Г. П.

Декан факультету комп'ютерних наук

Бойко А. П.

Начальник НМВ

Шкірчак С. І.



## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НАЙМЕНУВАННЯ ПОКАЗНИКА		ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛІНИ	
Найменування дисципліни		Теорія та методи оптимізації в інженерних задачах	
Галузь знань		12 Інформаційні технології	
Спеціальність		123 Комп'ютерна інженерія	
Спеціалізація		–	
Освітня програма		Комп'ютерна інженерія	
Рівень вищої освіти		PhD	
Статус дисципліни		Нормативна	
Курс навчання		1-й	
Навчальний рік		2023–2024 н. р.	
		Денна форма	Заочна форма
Номер(и)	семестрів (триместрів):	2-й сем.	
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин		4 кредити / 120 годин	
Структура курсу:		Денна форма	Заочна форма
1) лекції		20	
2) практичні заняття		20	
3) годин самостійної роботи		80	
Відсоток аудиторного навантаження		33 %	
Мова викладання		Українська	
Форма проміжного контролю		–	
Форма підсумкового контролю		Іспит	

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Теорія та методи оптимізації в інженерних задачах» є базовою для вивчення тих дисциплін навчального плану, які пов'язані із застосуванням обчислювальної техніки в управлінні технічними, організаційними або технологічними об'єктами.

**МЕТА:**

Вивчення сучасних математичних методів розв'язання інженерних задач оптимізації різноманітних систем управління та числових методів і алгоритмів їх реалізації на комп'ютерах

**ЗАВДАННЯ:**

Отримання знань щодо принципів побудови методів розв'язання основних типів задач оптимізації, а також набуття практичних навичок застосування сучасних інструментальних і програмних засобів для отримання розв'язків оптимізаційних задач

**ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ:**

Дисципліни загальної, практичної та професійної підготовки бакалавра та магістра з галузі знань 12 Інформаційні технології.

**ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ:**

У відповідності до освітньо-наукової програми «Комп'ютерна інженерія» здобувач після вивчення дисципліни має набути наступних **загальних компетентностей**:

- ЗК01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК04 Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері комп'ютерної інженерії на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

**та фахових компетентностей спеціальності:**

- СК01 Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерної інженерії та суміжних галузей
- СК05 Здатність ефективно застосовувати методи аналізу, математичне моделювання, виконувати натурні та обчислювальні експерименти при проведенні наукових досліджень у сфері комп'ютерної інженерії.
- СК06 Здатність інтегрувати знання з різних галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні досліджень.

Відповідно до освітньо-наукової програми «Комп'ютерна інженерія», нормативний зміст підготовки здобувачів у термінах результатів навчання має бути наступним:

- РН05 Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.
- РН07 Застосовувати загальні принципи та методи математики, інформатики та інших наук, а

також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері комп'ютерної інженерії.

PH08 Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках.

PH09 Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

В РЕЗУЛЬТАТІ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЗДОБУВАЧ МАЄ:

ЗНАТИ:

- методи безумовної оптимізації для функцій однієї та багатьох змінних
- методи умовної оптимізації
- методи розв'язання задач лінійного програмування
- оптимізаційні процеси при розв'язанні задач теорії графів
- методи опуклої оптимізації;

ВМІТИ:

виконувати постановку, алгоритмізацію та розв'язок основних типів задач оптимізації (розв'язання задач різними методами одновимірної оптимізації, багатовимірної оптимізації, тощо) та використовувати сучасні пакети прикладних програм (зокрема Maple) при виконанні практичних завдань.

### 3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Тема	Лекції	Практичні	Самостійні
1	Методи лінійного програмування	10	10	40
2	Методи нелінійного програмування	10	10	40
<b>Загалом</b>		<b>20</b>	<b>20</b>	<b>80</b>

## 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 4.1. ЛЕКЦІЇ

№ з/п	Зміст теми	Кількість годин
<i>1 Методи лінійного програмування</i>		
1.1	Факти з історії та старовинні задачі оптимізації. Базовий алгоритм розв'язання типової задачі оптимізації. Лінійне програмування, загальна задача. Загальний алгоритм симплекс-методу.	2
1.2	Знаходження екстремуму лінійної цільової функції в умовах обмежень на змінні. Приклад типової задачі лінійного програмування та її розв'язків. Поняття про симплекс-метод. Задача про оптимальний розподіл коштів	2
1.3	Базові поняття з теорії графів. Типова транспортна задача і методи її розв'язку у вигляді зваженого графу.	2
1.4	Деякі можливості програмного пакету GraphTheory. Оптимізація трафіку (обігу ресурсів) у логістичній мережі. Проста логістична мережа. Приклад складнішої (рандомної) логістичної мережі.	2
1.5	Найкоротші (оптимальні) шляхи на графах. Незважені графи. Алгоритм Дійкстри для зважених графів. Класична задача комівояжера та алгоритм її розв'язку. Оптимальне турне.	2
<i>2 Методи нелінійного програмування</i>		
1.6	Нелінійні задачі оптимізації: прості приклади. Економіко-математичні нелінійні задачі оптимізації. Задача про оптимальні інвестиції. Виробнича функція як нелінійна цільова.	2
1.7	Інженерні задачі нелінійної оптимізації. Задача оптимізації геометрії зварного з'єднання. Задача оптимізації маси та дизайну гвинтової сталевий пружини.	2
1.8	Задача 0/1 карго-офіцера. Оптимізований рюкзак (контейнер). Математична постановка задачі та сфери її застосування. Наближений розв'язок: "жадібний" алгоритм. Точний розв'язок: поняття про метод динамічного програмування	2
1.9	Методи ефективної оптимізації: програмний пакет	2

№ з/п	Зміст теми	Кількість годин
	DirectSearch. Числова оптимізація з обмеженнями та її точність. Оптимізація цільових функцій зі змінними різного типу. Пошуки глобального та локальних екстремумів.	
1.10	Методи багатокритеріальної оптимізації. Приклади багатокритеріальної оптимізації векторних цільових функцій.	2
<b>РАЗОМ Лекцій:</b>		<b>20</b>

#### 4.2. ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

№ з/п	Зміст теми	Кількість годин
1.1	Дослідження та візуалізація областей припустимих планів. Мета роботи: побудова та візуалізація за допомогою Maple областей виконання обмежень, накладених на цільові функції.	4
1.2	Дослідження ліній однакового рівня для цільових функцій. Мета роботи: побудова та наступний аналіз ліній однакового рівня для цільових функцій програмними засобами Maple.	4
1.3	Дослідження оптимізації шляхів на графах і топологічного сортування. Мета роботи: практика топологічного сортування та визначення оптимальних шляхів на рандомних графах великої розмірності. Оптимізація трафіку для рандомної мережі.	4
1.4	Приклад логістичної задачі з векторною цільовою функцією. Мета роботи: вивчення методів розв'язків задач з векторними цільовими функціями. Програмний пакет DirectSearch та його можливості	4
1.5	Тестова (залікова) лабораторна робота за індивідуальними завданнями	4
<b>РАЗОМ Практичних:</b>		<b>20</b>

## 5. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми (змістових модулів)	Кількість годин
1	Методи оптимізації	80
	<b>Разом</b>	<b>80</b>

## 6. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Не передбачені навчальним планом

## 7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

Викладання дисципліни потребує комп'ютерного класу та наявності робочої станції для кожного здобувача та викладача навіть під час лекційних занять.

Самостійна робота здобувачів передбачає зокрема вивчення переліку джерел, обов'язкових для самостійного читання (так званий "the reader"). Перелік таких джерел, а також електронні варіанти навчальної літератури з дисципліни повинні бути доступними для здобувачів через систему дистанційного навчання Moodle 3, а також у внутрішній комп'ютерній мережі університету.

Електронний НМКД дисципліни містить також доступну для здобувачів презентацію інструктивного характеру (у форматі PowerPoint), яка навчає їх роботі з тестовою програмою. Втім, по можливості, бажано додатково провести зі здобувачами спеціальний тренінг на комп'ютерах з питань користування тестовою програмою, зокрема в ході консультації перед тестуванням. Такий тренінг можливий як в режимі offline, тобто в комп'ютерному класі університету, так і у режимі online, з використанням мережі Internet.

Освітній процес має бути забезпечений ліцензійним програмним забезпеченням:

1. ОС Windows 10 (корпоративна ліцензія ЧНУ);
2. Пакет MS Office 365 (корпоративна ліцензія ЧНУ);
3. Браузери: Google Chrome 120.0.6099.225 / Opera 106.0.4998.70 / Mozilla Firefox 122.0 / MS Edge 121.0.2277.83; платформа дистанційного навчання Moodle;
4. Програмний пакет Maple 2023 (17 ліцензійних ключів, серед яких: Network Floating Term для 14 студентів та Single User Term для 3 користувачів



повної версії від компанії Maplesoft, [https://www.facebook.com/permalink.php?story\\_fbid=pfbid0u27y2fDLucV12q8RyYtZ8U5tKH7HT7n7hbxienkgPEJn2pGkrJcMD3YYLBQCptB5l&id=1435616157](https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=pfbid0u27y2fDLucV12q8RyYtZ8U5tKH7HT7n7hbxienkgPEJn2pGkrJcMD3YYLBQCptB5l&id=1435616157)).

Практичні роботи з дисципліни проводяться у комп'ютерних класах з використанням телевізором (42") та комп'ютерами (типу AMD Ryzen 5 2600, 24" з підключенням до мережі Інтернет (15 шт.); введення в експлуатацію – 2019 рік). В умовах дистанційного навчання здобувачі виконують роботи на власних ПК.

## 8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Іспит за матеріалами дисципліни відбувається за індивідуальними екзаменаційними білетами після обов'язкової консультації.

Комплексний контрольний тест (індивідуальні завдання для виконання) як правило проводиться виключно в комп'ютерному класі з окремим терміналом для кожного здобувача за допомогою тестових програмних продуктів та тестових завдань, розроблених спеціально для зазначеної дисципліни (режим тестування «offline»).

Втім, можливий також безмашинний варіант тестування за допомогою індивідуальних тестових карток (або контрольних завдань).

Можливий також режим тестування "online" через мережу Internet, в такому разі тестування проводиться одночасно для всіх здобувачів групи у визначений викладачем час, встановленими обмеженнями по часу як на виконання тесту, так і на час відсилки рішень тестових завдань для перевірки викладачу електронною поштою.

У будь-якому варіанті тестові завдання повинні включати також питання, які здобувачі вивчають самостійно, читаючи джерела з переліку обов'язкового читання (так званий «the reader»).

### Питання на іспит

1. Факти з історії та старовинні задачі оптимізації. Базовий алгоритм розв'язання типової задачі оптимізації.
2. Лінійне програмування: загальна задача. Загальний алгоритм симплекс-методу.
3. Знаходження екстремуму лінійної цільової функції в умовах обмежень на змінні. Приклад типової задачі лінійного програмування та її розв'язків.
4. Поняття про симплекс-метод. Задача про оптимальний розподіл коштів
5. Базові поняття з теорії графів. Типова транспортна задача і методи її розв'язку у вигляді зваженого графу.
6. Деякі можливості програмного пакету GraphTheory.



7. Оптимізація трафіку (обігу ресурсів) у логістичній мережі. Проста логістична мережа. Приклад складнішої (рандомної) логістичної мережі.
8. Найкоротші (оптимальні) шляхи на графах. Незважені графи.
9. Алгоритм Дійкстри для зважених графів.
10. Класична задача комівояжера та алгоритм її розв'язку. Оптимальне турне.
11. Методи нелінійного програмування
12. Нелінійні задачі оптимізації: приклади. Економіко-математичні нелінійні задачі оптимізації.
13. Задача про оптимальні інвестиції. Виробнича функція як нелінійна цільова.
14. Інженерні задачі нелінійної оптимізації. Задача оптимізації геометрії зварного з'єднання. Задача оптимізації маси та дизайну гвинтової сталевий пружини.
15. Задача 0/1 карго-офіцера. Оптимізований рюкзак (контейнер). Математична постановка задачі та сфери її застосування.
16. Наближений розв'язок: «жадібний» алгоритм. Точний розв'язок: поняття про метод динамічного програмування.
17. Методи ефективної оптимізації: програмний пакет DirectSearch.
18. Числова оптимізація з обмеженнями та її точність.
19. Оптимізація цільових функцій зі змінними різного типу. Пошуки глобального та локальних екстремумів.
20. Методи багатокритеріальної оптимізації. Приклади багатокритеріальної оптимізації векторних цільових функцій.

### **Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання**

<b>№ з/п</b>	<b>Вид діяльності (завдання)</b>	<b>Максимальна кількість балів</b>
1	Практичні завдання виконані на парі (10 балів x 5 практ.)	50
2	Самостійна робота	10
3	Екзамен	40
	<b>Всього</b>	<b>100</b>

### **Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів**

Перевірка отриманих знань та навичок здобувачами відбувається шляхом проведення усного опитування на практичних заняттях та виконання самостійних домашніх завдань (індивідуальне завдання).

Поточна рейтингова оцінка складається з балів, які здобувач отримує протягом засвоєння даної дисципліни - виконання та захисту домашніх завдань, виступи на практичних заняттях. Якщо здобувач успішно (з позитивними за національною шкалою оцінками) виконав передбачені в даній дисципліні всі види навчальної роботи, то він допускається до екзамену.

Протягом семестру здобувач виконує три види завдань: Розв’язок задач за темами дисципліни в аудиторії; Розв’язок задачі за темами дисципліни в домашніх умовах та захищаються в аудиторії; презентація роботи у вигляді доповіді.

Якщо при виконанні здобувачем допускаються незначні неточності, то кількість балів зменшуються на 5 %. Якщо при виконанні здобувачем допускаються значні неточності, але принципи не викривлено то на 10 %, якщо помилки суттєві, то бали зменшуються на 20 %.

Форма підсумкового контролю навчання – екзамен.

Оцінювання роботи здобувачів здійснюється за принципами рейтингової системи. Вся робота за семестр оцінюється у 100 балів. Сорок балів здобувач отримує за умов якісного складання екзамену. Якщо проходження підсумкового контролю оцінується на «добре» або «задовільно», це відповідає 20 балам і 15 балам. Розподіл максимальної кількості балів по питанням здійснюється рівномірно – десять балів за кожне питання.

Приклад Білету для підсумкового контролю:

## МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

### Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп’ютерних наук

Кафедра комп’ютерної інженерії, Спеціальність 123 «Комп’ютерна інженерія»

Дисципліна «Теорія та методи оптимізації в інженерних задачах»

#### Білет № 0

1. Лінійне програмування: загальна задача.
2. Оптимізація трафіку (обігу ресурсів) у логістичній мережі.
3. Методи ефективної оптимізації: програмний пакет DirectSearch.

Д-р фіз.-мат. наук, проф. \_\_\_\_\_ Г. П. Чуйко      Зав. кафедрою \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_ р.      “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_ р.

## 9. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90–100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82–89	<b>B</b>	добре	
74–81	<b>C</b>		
64–73	<b>D</b>	задовільно	
60–63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 10. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Електронний НМКД з дисципліни «Теорія та методи оптимізації в інженерних задачах»
2. Перелік джерел для обов'язкового читання (the reader) в електронному вигляді
3. Тестові завдання для контрольного тестування (електронний варіант) та екзаменаційні білети.
4. Електронні посібники з дисципліни (доступні з мережі університету та онлайн)/

Все зазначене вище методичне забезпечення дисципліни (за виключенням тестових завдань для контрольного тестування та екзаменаційних білетів) є постійно доступним для здобувачів через внутрішню мережу університету та дистанційну освітню платформу Moodle 3.

## 11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Методи оптимізації та дослідження операцій : навч. посіб. / Укладачі: Я. Б. Сікора, А. Й. Щехорський, Б. Л. Якимчук. Житомир : ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. 148 с.

2. Наукоємні технології оптимізації та керування в інфокомунікаційних мережах : монографія ; під заг. ред. В. М. Безрука, Л. С. Глоби, О. Є. Стрижака. Київ : Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2019. 194 с.
3. Синеглазов В. М. , Зеленков О. А., Аскеров Ш. І. Математичні методи оптимізації: навч. посіб. / Нац. авіац. ун-т. Київ : Освіта України, 2018. Ч. 1. 329 с.
4. Snyman J. A.; Wilke D. N. Practical mathematical optimization: basic optimization theory and gradient-based algorithms ; 2nd ed. Berlin : Springer, 2018. ISBN 978-3-319-77585-2.
5. Recurrence plots for ambulatory blood pressure monitoring: Means for data mining of circadian rhythms / G. Chuiko et al. 2020 *IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, Zbarazh, Ukraine, 23–26 September, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/csit49958.2020.9321837>.

### Допоміжна

6. Чеботарьова Д., Безрук В. Автоматизація вибору оптимальних проектних варіантів систем зв'язку на основі методів багатокритеріальної оптимізації. *Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія*. 2021. № 2 (2). С. 54–61. DOI: <https://doi.org/10.23939/ict2021.02.054>
7. Дворник О., Чуйко Г., Дарнапук Є., Крайник Є. Методи обробки медичних сигналів засобами комп'ютерної математики Maple. Миколаїв : Іліон, 2021. 186 с. URL: [http://www.researchgate.net/publication/358284910\\_Metodi\\_obrobki\\_medicnih\\_signaliv\\_zasobami\\_komp'uternoj\\_matematiki\\_Maple](http://www.researchgate.net/publication/358284910_Metodi_obrobki_medicnih_signaliv_zasobami_komp'uternoj_matematiki_Maple) (дата звернення: 20.08.2023).
8. Benmammam B. Intelligent network management and control: intelligent security, multi-criteria optimization, cloud computing, Internet of vehicles, intelligent radio. John Wiley & Sons, 2021.
9. Chuiko G., Darnapuk Y. Development of a method for differential analysis of data on the arterial blood oxygenation in healthy adults. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 6(4-114). P. 37–43. Scopus
10. Chuiko G.P., Darnapuk Y.S., Dvornik O.V., Krainyk Y.M., Yaremchuk O.M. Humans postural sways: non-Gauss, variability, and aging aspects of a data set mining. *bioRxiv*, 2021.04. 20.440576.
11. Dehghani M., Vahdat V., Amiri M., Rabiei E., Salehi S. A multi-objective optimization model for a reliable generalized flow network design. *Computers & Industrial Engineering*. 2019. Vol. 138.
12. Jumaah F. M., Zaidan A. A., Zaidan B. B., Bahbib R., Qahtan M. Y., Sali A. Technique for order performance by similarity to ideal solution for solving complex situations in multi-criteria optimization of the tracking channels of GPS baseband

telecommunication receivers. *Telecommunication Systems*. 2018. Vol. 68 (3). P. 425–443.

13. Panadero J., Selimi M., Calvet L., Marquès J. M., Freitag F. A two-stage multi-criteria optimization method for service placement in decentralized edge micro-clouds. *Future Generation Computer Systems*. 2021. Vol. 121. P. 90–105.