

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Еволюційні технології прийняття рішень в умовах невизначеності»



Ступінь освіти	Бакалавр
Галузь знань	11 Математика і статистика 12 Інформаційні технології 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Тривалість викладання	1 чверть
Заняття:	8 семестр, 15 чверть (повний термін навчання); 6 семестр, 11 чверть (скорочений термін навчання)
лекції	2 год./тижд.
практичні роботи	2 год./тижд.
Мова викладання	українська

**Передумови для вивчення:** для засвоєння матеріалу курсу та успішного виконання практичних робіт здобувач повинен мати знання та навички з курсів «Дискретна математика», «Алгебра та геометрія», «Програмування та алгоритмічні мови», «Теорія ймовірності» та «Методи оптимізації та дослідження операцій». Бажано вільне володіння мовою програмування Python або мовами комп'ютерного моделювання.

**Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»:**

<https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=2869>

**Інші додаткові ресурси:**

**Консультації:** за окремим розкладом, погодженим із здобувачами освіти

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

**Інформація про викладача:**



**Желдак Тімур Анатолійович**

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри системного аналізу та управління

Посилання на профіль:

[Сторінка кафедри САУ](#)

[Orcid ID](#)

[Scopus ID](#)

[Google scholar](#)

### 1. Анотація курсу

Сучасні фахівці IT-галузі, зокрема, й аналітики, володіють багатьма математично доведеними і перевіреними методами і засобами знаходження оптимальних рішень. Втім, не завжди для їх застосування достатньо часу, обчислювальних ресурсів чи початкових даних. І тоді на допомогу приходять методи, продиктовані живою природою, адже еволюція, як загальна функція складних систем з саморегуляцією, давно довела свою ефективність при подоланні безлічі найскладніших викликів. Головними інструментами для знаходження найкращих рішень в таких методах є випадковий пошук і природний відбір.

Дана дисципліна створена для тих, хто хоче здобути навички розв'язання алгоритмічно складних задач за допомогою методів аналогій, що використовують еволюційну парадигму. Еволюційні стратегії, генетичні алгоритми, методи моделювання роїв та колоній, а також суспільств – всі ці підходи можуть знадобитися при розв'язанні найширшого кола складних задач з великою кількістю змінних і нестандартними цільовими функціями.

Вивчені методи знаходять застосування в задачах прогнозування, управління, планування, кластеризації та самонавчання складних систем.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета дисципліни** – сформувати у студентів стійкі знання про алгоритми та методи, що використовують теорію еволюції та інші аналогії з живої та неживої природи, та навички їх застосування у програмних комплексах, які передбачають пошук і використання оптимальних рішень.

### Завдання курсу:

- опанування теоретико-понятійної бази курсу;
- розгляд основних сучасних концепцій еволюційного програмування;
- отримання навичок реалізації найпоширеніших еволюційних алгоритмів;
- розв'язання прикладних задач різної розмірності засвоєними методами;
- отримання практичних навичок з оцінки ефективності застосування того чи іншого методу для розв'язання тої чи іншої задачі.

## 3. Результати навчання

Знати, розуміти та вміти використовувати у практичній діяльності:

- знати основні оператори, що застосовуються в еволюційних обчисленнях, їх параметри, обмеження та особливості для різних типів вирішуваних задач;
- вміти застосовувати еволюційні алгоритми прийняття рішень до задач умовної та безумовної оптимізації різної природи;
- вміти визначати ефективність побудованих алгоритмів у порівнянні з відомими аналогами для розглянутого типу задач;
- вміти розв'язувати практичні задачі з використанням еволюційних обчислень в дійсному, двійковому, цілочисельному та категорійному просторах.

## 4. Структура курсу

Види та тематика навчальних занять	Внесок в загальну оцінку, %
<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>40</b>
<b>1. Вступ. Сутність еволюційної парадигми пошуку оптимальних рішень.</b> Теорія еволюції. Спадковість, мутація та природний відбір. Методи випадкового пошуку рішень. Відмінність випадкового пошуку від цілеспрямованого. Природні та неприродні аналогії	3
<b>2. Основні еволюційні оператори.</b> Генерація популяції. Конкурентний відбір особин. Кросовер. Клонування. Мутація. Сліпий пошук. Стиснення популяції. Використання пам'яті.	5
<b>3. Еволюційна стратегія глобальної безумовної оптимізації.</b> Алгоритм еволюційної стратегії. Розмір популяцій батьків та нащадків. Класи вирішуваних задач. Види мутацій. Адаптація алгоритму до умов задачі	5

<b>Види та тематика навчальних занять</b>	<b>Внесок в загальну оцінку, %</b>
<b>4. Врахування обмежень. Штрафні функції у еволюційних алгоритмах</b> Сутність штрафної функції. Додатковий критерій. Вибір коефіцієнтів штрафу. Нелінійні штрафні функції	3
<b>5. Генетичні алгоритми в двійковому та цілочисельному просторі</b> Генотип і фенотип. Код Грея. Швидкі кодування. Обмін генною інформацією. Ефективність популяції. Острівна модель. Гібридні генетичні алгоритми	6
<b>6. Еволюційні підходи до задач на перестановках</b> Еволюційні оператори на кільцях і графах. Задача комівояжера. Жадібні алгоритми. Алгоритми локальної оптимізації. Метод мурашиної колонії	6
<b>7. Еволюційні методи, обумовлені живою та неживою природою</b> Імітований відпал. Ройові алгоритми. Моделювання колоній бактерій, бджіл та риб.	6
<b>8. Еволюційні методи на основі моделювання суспільств</b> Штучні імунні системи. Культурний алгоритм. Пошук гармоній.	6
<b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>60</b>
<b>Практична робота № 1.</b> <b>Еволюційна стратегія в задачах глобальної оптимізації</b> Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички використання еволюційної стратегії для розв'язання задач глобальної безумовної оптимізації.	15
<b>Практична робота № 2</b> <b>Генетичні алгоритми в задачах умовної оптимізації.</b> Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички застосування генетичних алгоритмів для пошуку оптимуму в задачах з обмеженнями.	15
<b>Практична робота № 3</b> <b>Розв'язання задачі комівояжера різними методами.</b> Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички застосування жадібних, локально-оптимальних та еволюційних алгоритмів для задач на перестановках.	15
<b>Практична робота № 4</b> <b>Реалізація власного еволюційного алгоритму для розв'язання задачі певного класу</b> Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички з реалізації та оптимізації еволюційного алгоритму за індивідуальним варіантом.	15
<b>РАЗОМ</b>	<b>100</b>

## 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Технічні засоби навчання: мультимедійні та комп'ютерні пристрої.

Засоби дистанційної освіти: Moodle, MS Teams.

Пакети приладних програм: Python, Jupyter Notebook та GNU Octave (всі безкоштовні, поширюються через публічну ліцензію).

## 6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6.2. Здобувач ступеня освіти «Бакалавр» може отримати підсумкову оцінку з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Поточна успішність складається з успішності за теоретичну частину курсу (максимум – 40 балів) та оцінок за виконання практичних робіт (максимум 15 балів за кожну роботу та максимальною сумарною оцінкою за всі роботи – 60 балів). Отримані бали за теоретичну частину курсу та практичні роботи додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за поточною успішністю здобувач вищої освіти може набрати 100 балів.

Шкала оцінювання (зазначено максимально можливі бали):

Теоретична частина	Практичні роботи		Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні	
40	60	40	100

6.3 Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю:

– підсумкове теоретичне оцінювання відбувається у формі диференційованого заліку у форматі тесту, який складається з 40 питань із вибором варіанту відповіді – 1 бал за кожну правильну відповідь;

– поточне оцінювання практичних робіт відбувається шляхом захисту звіту з відповідної роботи (максимальний бал – 15, який формується наступним чином: 8 балів – правильність і повнота викладення матеріалу в звіті, 7 балів – захист індивідуальної роботи шляхом відповіді на контрольні питання).

## 7. Політика курсу

**7.1. Політика щодо академічної доброчесності.** Академічна доброчесність студентів є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). У НТУ «Дніпровська політехніка» політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у НТУ "Дніпровська політехніка": [http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us\\_documents/System\\_of\\_prevention\\_and\\_detection\\_of\\_plagiarism.pdf](http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf).

У разі порушення студентом академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

**7.2. Комунікаційна політика.** Студенти повинні мати активовану університетську (корпоративну на домені @nmu.one) пошту. Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

**7.3. Політика щодо перескладання.** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

**7.4. Відвідування занять.** Для студентів денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, відрядження, які необхідно підтверджувати документами у разі тривалої (два тижні) відсутності. Про відсутність на занятті та причини відсутності студент має повідомити викладача або особисто, або через старосту. Якщо студент захворів, ми рекомендуємо

залишатися вдома і навчатися за допомогою дистанційної платформи. Студентам, чий стан здоров'я є незадовільним і може вплинути на здоров'я інших студентів, буде пропонуватися залишити заняття (така відсутність вважатиметься пропуском з причини хвороби). Лабораторні заняття не проводяться повторно, ці оцінки неможливо отримати під час консультації. **За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватися в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.**

**7.5. Участь в анкетуванні.** Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії студентам буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (MS Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни.

## 8. Рекомендовані джерела інформації:

1. Zgurovskiy M.Z., Zaychenko Yu.P. The Fundamentals of Computational Intelligence: System Approach. – Springer, 2017. – 395 p.
2. Гуляницький Л.Ф., Мулеса О.Ю. Прикладні методи комбінаторної оптимізації. – К.: «Київський університет», 2016. – 142 с.
3. Vikhar, P. A. (2016). "Evolutionary algorithms: A critical review and its future prospects". 2016 International Conference on Global Trends in Signal Processing, Information Computing and Communication (ICGTSPICC). Jalgaon. pp. 261–265. <https://doi.org/10.1109/ICGTSPICC.2016.7955308> .
4. Slowik, Adam; Kwasnicka, Halina (2020). "Evolutionary algorithms and their applications to engineering problems". *Neural Computing and Applications*. **32** (16): 12363–12379. doi:[10.1007/s00521-020-04832-8](https://doi.org/10.1007/s00521-020-04832-8)
5. Olariu Stephan, Zomaya Albert Y. Handbook of Bioinspired Algorithms and Applications (Chapman Hall/Crc Computer Information Science). Chapman Hall/CRC. ISBN 1-58488-475-4.
6. Jakob, Wilfried (2021), *Applying Evolutionary Algorithms Successfully - A Guide Gained from Realworld Applications*, KIT Scientific Working Papers, vol. 170, Karlsruhe, FRG: KIT Scientific Publishing, [arXiv:2107.11300](https://arxiv.org/abs/2107.11300), doi:[10.5445/IR/1000135763](https://doi.org/10.5445/IR/1000135763)
7. Ma, Xiaoliang; Li, Xiaodong; Zhang, Qingfu; Tang, Ke; Liang, Zhengping; Xie, Weixin; Zhu, Zexuan (2019), "A Survey on Cooperative Co-Evolutionary Algorithms.", *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, **23** (3): 421–441, doi:[10.1109/TEVC.2018.2868770](https://doi.org/10.1109/TEVC.2018.2868770)
8. Wirsansky E., Hands-On Genetic Algorithms with Python // Packt Publishing, 2020 – 309 p.
9. Sheppard C., Genetic Algorithms with Python // Goodreads.com, 2019 - 297 с.
10. Katoch, S., Chauhan, S.S. and Kumar, V. (2021) A Review on Genetic Algorithm: Past, Present, and Future. *Multimedia Tools and Applications*, 80, 8091-8126. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-10139-6>
11. García-Martínez, Carlos & Rodríguez, F.J. & Lozano, M.. (2018). Genetic algorithms. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07124-4\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07124-4_28) .