

# ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕНЕТИЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ МУТАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Досліджується генетична операція мутації та варіанти її побудови для типових задач з різних предметних областей. Результати дослідження можуть бути використані для побудови операторів мутації у конкретних предметних областях.*

**Ключові слова:** генетичний алгоритм, мутація, ген, хромосома

## *Abstract*

*The genetic operation of the mutation and variants of its construction for typical classes of problems from various subject areas are investigated. The results of the study can be used to construct mutation operators in specific subject areas.*

**Key words:** genetic algorithm, mutation, gene, chromosome

## Вступ

Для розв'язання задач оптимізації широко використовуються генетичні алгоритми, які є комп'ютерною моделлю еволюції у природі [1]. Якщо підходити до опису еволюції формально, то слід відмітити, що об'єктом еволюції є не самі організми, а види в цілому. Вид – це сукупність організмів, подібних по побудові та інших ознаках. Використовуючи термінологію об'єктно-орієнтованого програмування можна сказати, що вид є класом, а індивіди, що належать виду є об'єктами цього класу. Сукупність індивідів одного виду називають популяцією. Для можливості еволюції організми мають задовольняти чотирьом найважливішим властивостям:

1. Кожен індивід може розмножуватися.
2. Відмінності індивідів між собою впливають на ймовірність їх виживання.
3. Кожний нащадок успадковує риси своїх батьків.
4. Ресурси для підтримки життєдіяльності і розмноження обмежені, що породжує конкуренцію і боротьбу за них.

Генетичні алгоритми використовують як аналог механізму генетичного успадкування, так і аналог природного відбору. При цьому зберігається біологічна термінологія у спрощеному виді

## Постановка задачі

Генетичний алгоритм (ГА) є комбінацію переборного та градієнтного методів. Механізми схрещування та мутації реалізують переборну частину, а відбір кращих рішень - градієнтний спуск. Отож, генетичний алгоритм забезпечує за допомогою випадкового перебору вибір кількох точок, що знаходяться на великій відстані одна від іншої, підпадаючи під дію різних локальних максимумів, а за допомогою градієнтного методу забезпечує паралельно підтягування цих точок до локальних максимумів, один з яких з великою ймовірністю і виявиться глобальним максимумом.

Робота алгоритму закінчується при стягненні ядра популяції спочатку до невеличкої хмарки, а потім й до точки. Схрещування, як один з механізмів змін, втрачає при цьому свою силу. При схрещуванні ідентичних батьків нащадок не буде ні чим відрізнятися від них. Мутація і інверсія будуть як і раніше модифікувати нащадків, тестуючи усе нові і нові точки простору, але безуспішно, кращого за знайдене рішення немає і нащадки не можуть навіть втиснутися у вироджене ядро [2-3].

Для програмної реалізації конкретного ГА необхідно спочатку розв'язати кілька задач, пов'язаних із формальним поданням індивід, визначенням цільової функції і функції пристосованості й т. ін. Важливим питанням визначення механізмів генетичних операторів, зокрема таких, як схрещування, мутація і інверсія, яки значною мірою залежать від досліджуваної предметної області.

## Розробка генетичних операцій мутації

Оператор мутації (mutation) необхідний для "вибивання" популяції з локального екстремуму і сприяє захисту від передчасної збіжності. Досягають цього зміною тим або іншим способом одного з генів (у класичному генетичному алгоритмі – інвертуванням випадково обраного біту хромосоми).

Так само як і кросинговер, мутація може здійснюватися не тільки в одній випадковій точці. Можна вибирати кілька точок в хромосомі, причому їх число також може бути випадковою. Також можна піддавати мутації відразу деяку групу сусідніх генів. Імовірність мутації значно менше ймовірності кросинговеру і рідко перевищує 1%. Серед рекомендацій щодо вибору ймовірності мутації нерідко можна зустріти варіанти  $1/L$  або  $1/N$ , де  $L$  - довжина хромосоми,  $N$  - розмір популяції [4-5].

Нехай розв'язок  $R$  задачі кодується певною перестановкою  $n$  чисел. Приклад хромосоми з таким генотипом для особи з  $n=4$  наведено на рис. 1.

R1	R2	R3	R4	R5	R6
4 1 3 2	4 1 2 3	2 1 3 4	1 3 2 4	2 1 3 4	2 1 4 3

Рисунок 1 – Приклад генотипу хромосоми

На рисунку 2 наведені приклади можливих варіантів реалізації оператора мутації, які забезпечують різноманітність хромосом і характеризуються різним ступенем змінюваності та руйнівності.

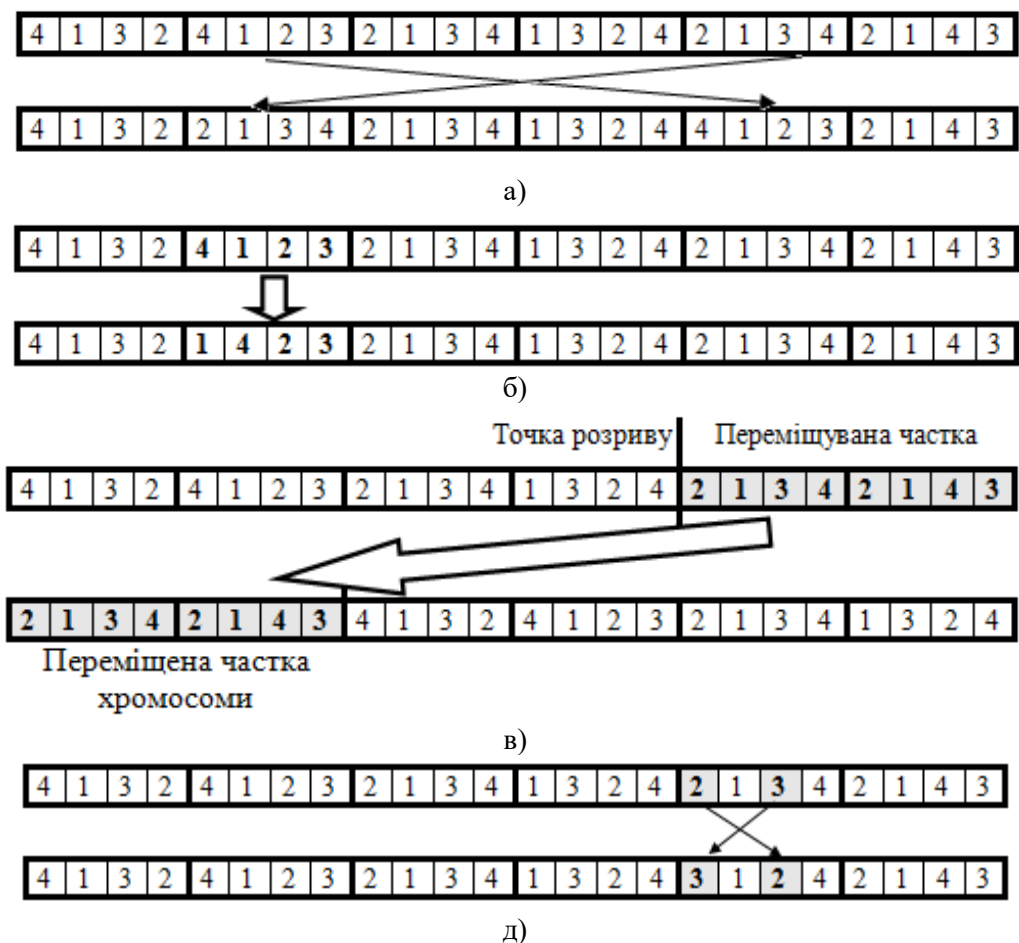


Рисунок 2 – Варіанти реалізації генетичної операції мутації:

- а) обмін блоків; б) перемішування вмісту блоку; в) обмін частинами хромосом;  
г) ймовірнісний обмін всередині блоку

У доповіді наведені приклади реалізації операції мутації для різних класів задач і здійснено порівняння їх основних характеристик.

## Висновки

Проведені дослідження засвідчили, що оператор мутації є дуже важливим основним пошуковим оператором. Існують класи задач, які не можна розв'язати за допомогою ГА, який не використовує операторів мутації. Більше того, існують класи задач, для розв'язати яких використовують ГА, що не мають жодного іншого генетичного оператора (кросингвер, інверсія і т.д.) крім мутації.

До основних характеристик оператора мутації слід віднести ступень змін, який він вносить до хромосоми і ступень руйнівності хромосоми (створення «мертвих» хромосом, які не є розв'язками задачі).

Часто доцільно буває змінювати ймовірність застосування операції мутації у процесі виконання ГА, або при застосуванні його до різних частин хромосоми.

Правильно створений оператор мутації може здійснити вирішальний вплив на ефективність ГА.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Малиновський, В. О. Інтелектуальний модуль евристичного пошуку для задачі про турніри / В. О. Малиновський, В. І. Месюра // XLVI Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ - 2017) / Електронне наукове видання матеріалів конференції. – Вінниця, 2017. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2017/paper/view/2224/2116> (дата звернення 10.03.2018) – Назва з екрану.
2. Гладков Л. А., Курейчик В. В, Курейчик В. М. и др. Биoinsпирированные методы в оптимизации: монография. — М: Физматлит, 2009. — 384 с. — ISBN 978-5-9221-1101-0.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы = Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte. — 2-е изд. — М: Горячая линия-Телеком, 2008. — 452 с. — ISBN 5-93517-103-1.
4. Скобцов Ю. А. Основы эволюционных вычислений. — Донецк: ДонНТУ, 2008. — 326 с. — ISBN 978-966-377-056-6.
5. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой: учебное пособие / А.П.Карпенко. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2017. – 448 с. – ISBN 978-5-7038-4634-6

*Долганевич Андрій Олегович* – студент групи 2КН-17м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [mishakilimchuk5@gmail.com](mailto:mishakilimchuk5@gmail.com)

*Месюра Володимир Іванович* – к.т.н., доцент, професор кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

*Andrii O. Dolganevych* – Student of Department of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [mishakilimchuk5@gmail.com](mailto:mishakilimchuk5@gmail.com)

*Volodymyr I. Mesyura* – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Professor of the Computer Science Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.