

**УДК 519.8+004**

**ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТРЕНАЖЕРА «СУМІЖНІ  
ВЕРШИНИ МНОГОГРАННИКА ПЕРЕСТАНОВОК, ЙОГО  
ГРАНІ, РЕБРА» ДИСТАНЦІЙНОГО КУРСУ «ЕЛЕМЕНТИ  
КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ»**

**Я. І. Жайворонок**, студент гр. І-41, спеціальності  
Інформатика»

Вищий навчальний заклад Укоопспілки Полтавський  
університет економіки і торгівлі»  
ptah1998ptah@gmail.com

**О. О. Ємець**, д.ф.-м.н., професор

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський  
університет економіки і торгівлі»  
uemetsli@ukr.net

*В публікації розглядається алгоритм тренажеру та його програмна реалізація для теми «Суміжні вершини многогранника перестановок, його грані, ребра» дистанційного курсу «Елементи комбінаторної оптимізації».*

*Zhaivoronok Ya. I., Iemets O. O. The program realization of the simulator "Adjacent vertices of permutation polyhedron, its facets, edge" of the distance course "Elements of combinatorial optimization". In the publication the algorithm and the program-simulator for the topic "Adjacent vertices of permutation polyhedron, its facets, edge" of the distance course "Elements of combinatorial optimization" are considered.*

**Ключові слова:** МНОГОГРАННИК ПЕРЕСТАНОВОК,  
ТРЕНАЖЕР, КОМБІНАТОРНА ОПТИМІЗАЦІЯ

**Keywords:** PERMUTATION POLYHEDRON, SIMULATOR,  
COMBINATORIAL OPTIMIZATION

В доповіді розглядається алгоритм та програмна реалізація

тренажеру для дистанційного курсу.

Метою є побудувати алгоритм та запрограмувати навчальний тренажер з теми: «Суміжні вершини многогранника перестановок, його грані, ребра» для дистанційного курсу «Елементи комбінаторної оптимізації» [1–2].

Алгоритм тренажеру розроблено на прикладі многогранника  $G = \{0, 1, 1, 4\}$ , та його параметрів  $k=4$  та  $n=3$ , а також системи, що описує многогранник перестановок.

Алгоритм містить 13 кроків впорядкованих за зростанням складності. Вони поділяються на 4 типи: тестові питання (кроки 1, 2, 6, 7, 8, 12), питання з введенням однієї відповіді (кроки 5, 9), питання з введенням багатьох відповідей (кроки 3, 10) та питання з побудовою відповіді (кроки 4, 11, 13). До кожного з типів кроків нижче представлено по одному прикладу.

**Крок 12.** Для вершини  $A=(1,0,4,1)$  оберіть ту вершину, яка не є суміжною до неї.

А)  $(0,1,4,1)$ .

Б)  $(1,1,4,0)$ .

В)  $(4,1,1,0)$ .

Г)  $(1,4,0,1)$ .

Відповідь: Г.

**Крок 5.** Розрахуйте кількість перестановок для мультимножини  $G = \{0,1,1,4\}$ . Введіть відповідь у наведене нижче поле.

Відповідь:  $|E_{4,3}(G)| = 12$ .

**Крок 10.** До вершини  $C = (1,1,4,0)$  побудуйте всі суміжні вершини, використовуючи критерії суміжності вершини в многограннику перестановок. Відповідь введіть у поля що зображенні на екрані.

Відповіді:

1.  $C_1 = (0,1,4,1)$ .

2.  $C_2 = (1,0,4,1)$ .

3.  $C_3 = (4,1,1,0)$ .

4.  $C_4 = (1,4,1,0)$ .

**Крок 4.** Використовуючи задані чисельники:

- $k!$ ;
- $\eta!$ ;

- $k_1!k_2!, \dots, k_n!$ ;

та знаменники:

- $k! + \eta!$ ;
- $\eta_1!\eta_2!, \dots, \eta_n!$ ;
- $k_1!k_2!, \dots, k_n!$ ;

побудуйте формулу для обчислення кількості перестановок у мультимножині вибираючи відповідні компоненти.

Відповідь:  $|E_{kn}(G)| = \frac{k!}{\eta_1!\eta_2!\dots\eta_n!}$ .

Тренажер запрограмовано у середовищі розробки Unity, з використанням мови програмування C#, а також для максимального доступу його скомпільовано на три найпопулярніші платформи: windows, android та html5.

Після запуску тренажеру перед користувачем з'являється головне меню з назвою тренажеру, вітанням та двома кнопками: «Вихід» – дає змогу вийти з програми, та «Розпочати» – розпочинає тренування. Далі на екран виводяться початкові дані: мультимножина  $G=\{0,1,1,4\}$  та параметри  $k=4$ ,  $n=3$ . Також представлено систему в прямій і симетричній формі, що описує многогранник перестановок, утворених з елементів цієї мультимножини. До початкових даних користувач може звернутися на будь-якому етапі за допомогою кнопки «Початкові дані». Після цього починається тренування користувача. Якщо користувач відповідає вірно, то його відповідь відмічається зеленим кольором і з'являється кнопка «ОК» для переходу до наступного питання. Якщо користувач відповів невірно, то його відповідь відмічається червоним кольором, а вірна – зеленим у тестових питаннях, або відповідь з'являється на екрані у всіх інших типах питань та з'являється кнопка «ОК». Якщо користувач не обрав відповідь та натиснув на кнопку «Відповісти», то з'являється повідомлення про те, що потрібно обрати відповідь. Ця перевірка працює на всіх етапах тренування. При відповіді на питання з кроків 3, 10 та 13 користувач має змогу відповідати поступово, ввівши частину відповіді та натиснувши на кнопку «Відповісти». Введена частина відповіді буде перевірена та недоступна для редагування. Кнопку переходу до наступного кроку активує тільки повна відповідь. Після того як користувач закінчить виконання останнього кроку перед ним

з'явиться повідомлення про завершення тренажеру та дві кнопки: «Вихід» – виходить з тренажеру, та «Почати тренування» – розпочинає тренування заново.

В публікації розглянуто алгоритм та запрограмований багатоплатформний навчальний тренажер «Суміжні вершини многогранника перестановок, його грані, ребра» для дистанційного курсу «Елементи комбінаторної оптимізації».

### *Література*

1. Стоян Ю.Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації: монографія / Ю.Г. Стоян, О.О. Ємець. - К: ІСДО, 1993. - 188 с.

2. Перестановочный многогранник [Електронний ресурс] // Wikipedia. – 2018. – Режим доступу до ресурсу:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%00420%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%00420%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA).

3. Ємець О. О. Інформатика та системні науки (ІСН-2017) [Електронний ресурс]: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю, (м. Полтава, 16-18 березня 2017 р.) / за ред. О. О. Ємець. – Полтава: ПУЕТ, 2017 – 333с. Режим доступу:

<http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/2616>