

Міністерство освіти і науки України  
Кіровоградський національний технічний університет  
Кафедра «Металорізальні верстати та системи»

## **ТЕОРІЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

#### **до виконання контрольної роботи**

з елементами кредитно-трансфертної системи організації навчального процесу  
для студентів заочної форми навчання  
напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування», спеціальностей 131  
"Прикладна механіка" та 133 "Галузеве машинобудування"

Затверджено на засіданні кафедри  
«Металорізальні верстати та системи»  
Протокол № 2 від 31.08.2016 р.

Кропивницький

2016

**Теорія технічних систем.** Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з елементами кредитно-трансфертної системи організації навчального процесу для студентів заочної форми навчання напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування», спеціальностей 131 "Прикладна механіка" та 133 "Галузеве машинобудування" / Укл.: М.О.Ковришкін, О.В.Лисенко. – Кропивницький: КНТУ, 2016. – 32 с.

Укладачі: Ковришкін М.О. – канд.техн.наук, доцент;

Лисенко О.В. – канд.техн.наук, доцент

Рецензент: Гречка А.І. – канд.техн.наук, доцент

© Кіровоградський національний технічний університет

© Ковришкін М.О., Лисенко О.В.

## ВСТУП

Курс «Теорія технічних систем» для студентів заочної форми навчання включає цикл лекцій і лабораторних занять та контрольну роботу. Він спрямований на підвищення кваліфікації майбутнього інженера як новатора, творця і винахідника, котрий повинен в найкоротший термін впровадити нові технічні ідеї у виробництво.

Курс «Теорія технічних систем» є базовим для формування у спеціаліста творчого потенціалу, необхідного для самостійної постановки нових інженерних завдань, рішення задач пошуку нових конструкторсько-технологічних рішень, які в кінцевому рахунку забезпечують підвищення якості продукції, досягнення світового рівня створених об'єктів, всебічну інтенсифікацію і економію ресурсів.

Контрольна робота з курсу, що виконується студентом передбачає виконання одного завдання. Контроль знань студентів з виконаної контрольної роботи проводиться у формі тестового контролю. Тестовий контроль проводиться після надання студентом звіту з виконаної контрольної роботи.

Тест з виконаної контрольної роботи складається з 16 запитань, які формуються з тих, що вказані в п.3. Порядок проведення тесту та заповнення тестового листа наведено в додатку А.

Критерії оцінювання тестових запитань в тесті з контрольної роботи:

- Неправильна відповідь – 0 балів;
- Вірна відповідь – 3 бала.

Критерії оцінювання контрольної роботи:

- Невиконана контрольна робота – 0 балів;
- Виконана, але незахищена контрольна робота – 8 балів;
- При оформленні звіту з контрольної роботи на ЕОМ додається 8 балів.

Загальна сума балів (КР), яку студент може набрати протягом виконання контрольної роботи з курсу – 64. Загальна сума балів (ВЛР), яку студент може набрати протягом виконання лабораторних робіт з курсу – 36. Оцінки в балах вказані по курсу в цілому (ЗСБ) наведені в табл.1.

При однаковій кількості балів за 100 бальною шкалою більш висока оцінка відповідно до шкали ECTS ставиться студенту, який виконав звіт з контрольної роботи на ЕОМ.

Таблиця 1

## Оцінювання знань при виконанні контрольної роботи з курсу

Показники	Оцінка в балах					
	Зараховано					Не зараховано
	«5» відмінно	«4» добре		«3» задовільно		«2» незадовільно
	A	B	C	D	E	FX
ВЛР	36–33	32–30	29–27	26–24	23–21	20–0
КР	64–57	57–52	52–48	48–43	43–39	39–0
<b>ЗСБ</b>	<b>100–90</b>	<b>89–82</b>	<b>81–75</b>	<b>74–67</b>	<b>66–60</b>	<b>59–0</b>

Студент вважається атестованим, якщо він набрав кількість балів (ЗСБ), що відповідає вказаній в табл.1 в стовбцях «відмінно», «добре» або «задовільно». Студент вважається не атестованим з можливістю перездачі, якщо він набрав кількість балів (ЗСБ), що відповідає вказаній в табл.1 в стовбці «незадовільно» – FX.

До заліку допускаються тільки ті студенти, які атестовані з виконання контрольної роботи з курсу. Залік отримують студенти з (ЗСБ) не нижче 60.

## 1 ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З КУРСУ

**Мета контрольної роботи:** Навчитись робити вибір найкращого варіанту методом розстановки пріоритетів.

**План виконання контрольної роботи:**

1. Вивчити нові теоретичні відомості.
2. Розглянути наведений приклад виконання та оформлення контрольної роботи.
3. Виконати контрольну роботу відповідно до власного варіанта завдання.

Відповідно до варіанту завдання, що наведений в Додатку Б, студент повинен за наведеним там графом:

- скласти матрицю суміжності;
- визначити ітеровану силу порядку 1;
- визначити ітеровану силу порядку 2;
- вибір кращого варіанту;
- зробити висновки з виконаної контрольної роботи.

Вимоги до змісту звіту з контрольної роботи з курсу наведено в п.2.

## 2 ЗМІСТ ЗВІТУ З КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Звіт з виконаної контрольної роботи повинен містити:

- 1.Титульну сторінку;
- 2.Зміст;
- 3.Завдання до виконання контрольної роботи;
- 4.Розділ 1 – Складання матриці суміжності;
- 5.Розділ 2 – Розрахунки по першій та другій ітерації;
- 6.Розділ 3 – Вибір кращого варіанту;
- 7.Висновки;
- 8.Список використаних літературних джерел.

Загальний обсяг виконаної контрольної роботи повинен бути меншим за 10 сторінок машинописного тексту формату А4.

Нижче розглянуто приклад виконання варіанту №0 контрольної роботи.

## 3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Одним з ефективних методів якісної оцінки варіантів у вигляді експертних оцінок, є метод розстановки пріоритетів, відомий як «задача про лідера», який служить для багатокритеріального, якісного аналізу на порівняння по принципу «краще» (>), «гірше» (<), «рівно» (=) та спеціальний алгоритм обробки отриманих даних [1].

Розглянемо математичну постановку задачі і для цього уявимо собі результати турніру  $n$  гравців у вигляді деякого графу. Приклад такого графу наведено на рис.3.1.

Кожному з  $n$  учасників  $(X_1 X_2 \dots X_n)$  відповідає вершинам графа, який виражає результати деякого турніру. Якщо гравець  $X_i$  виграв у гравця  $X_j$ , то

на графі існує дуга  $ij$ , якщо програв  $ji$ , нічийному результату відповідають дуги  $ij$  з  $ji$  [1].

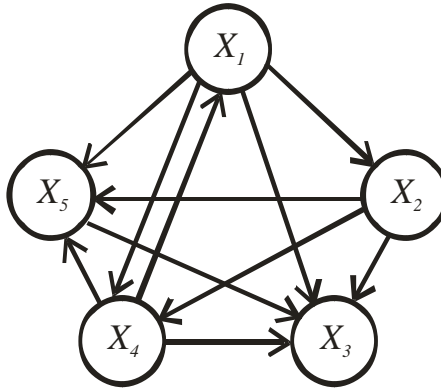


Рис.3.1 – Приклад графу результатів турніру

Спосіб рішення задачі такий. Будемо матрицю  $A = \|a_{i,j}\|$  [1], тобто:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, \quad (3.1)$$

при цьому

$$a_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{якщо } X_i > X_j \\ 1, & \text{якщо } X_i = X_j \\ 0, & \text{якщо } X_i < X_j \end{cases}, \text{ де } i, j \in \overline{1, n} \quad (3.2)$$

Вводиться поняття ітерованої сили порядку  $k$  гравця  $X_i$ . Ітерована сила першого порядку гравця  $X_i$  позначається  $P_i(1)$  і визначається, як сума балів даного гравця, при цьому не враховується сила конкурентів [1]:

$$P_i(1) = \sum_{j=1}^n a_{ij}. \quad (3.3)$$

Розподілення балів серед гравців задається вектором [1]:

$$P(1) = [P_1(1), P_2(1), \dots, P_i(1), \dots, P_n(1)]. \quad (3.4)$$

На другій ітерації за «силу» гравця приймається ітерована сила першого порядку. Ітерована сила другого порядку розраховується з урахуванням «сил» конкурентів [1]:

$$P_i(2) = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_j(1). \quad (3.5)$$

В кінцевому рахунку вона представляється вектором [1]:

$$P(2) = [P_1(2), P_2(2), \dots, P_i(2), \dots, P_n(2)]. \quad (3.6)$$

Подальші ітерації проводяться аналогічно [1]:

$$P(k) = AP(k-1). \quad (3.7)$$

Позначимо через  $P_i^{\hat{a}^{\Delta i i}}(k)$  нормовану ітеровану силу  $k$ -го порядку  $i$ -го гравця [1]:

$$P_i^{\hat{a}^3\hat{a}i}(k) = \frac{P_i(k)}{\sum_{i=1}^n P_i(k)}; \quad \sum_{i=1}^n P_i^{\hat{a}^3\hat{a}i}(k) = 1. \quad (3.8)$$

В загальному вигляді процес розрахунку нормованої ітерованої «сили» гравців можна представити у вигляді такої формули [1]:

$$P_i^{\hat{a}^3\hat{a}i}(k) = \frac{1}{\lambda(k)} AP^{\hat{a}^3\hat{a}i}(k-1), \quad (3.9)$$

де  $k = 1, 2, \dots$ ,

$$\lambda(k) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij} P_i^{\hat{a}^3\hat{a}i}(k-1) - \text{сума компонентів } AP(k-1).$$

Застосування процесу розрахунку по формулі (3.9) на відміну від простого підрахунку балів, дозволяє врахувати непрямі переваги гравця.

Загальне число порівнянь [1]:

$$M = \frac{m(m-1)}{2}, \quad (3.10)$$

де  $m$  – число варіантів, що порівнюється.

## **4 ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ**

Міністерство освіти та науки України  
Кіровоградський національний технічний університет  
Центр заочної та дистанційної освіти

# **КОНТРОЛЬНА РОБОТА**

З курсу «Теорія технічних систем»

Варіант №0

Виконав: ст.гр.ГМ(МВ)-16-СКз

Іванов І.І.

Перевірив: к.т.н., доц.

Петров П.П.

**ЗМІСТ**

	С
ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ .....	12
РОЗДІЛ 1 – СКЛАДАННЯ МАТРИЦІ СУМІЖНОСТІ .....	13
1.1.Визначення компонентів матриці суміжності .....	13
1.2.Складання матриці суміжності .....	13
РОЗДІЛ 2 – РОЗРАХУНКИ ПО ПЕРШІЙ ТА ДРУГІЙ ІТЕРАЦІЇ .....	14
2.1.Розрахунки по першій ітерації .....	14
2.2.Розрахунки по другій ітерації .....	16
РОЗДІЛ 3 – ВИБІР КРАЦЬОГО ВАРІАНТУ .....	18
ВИСНОВКИ .....	18
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	18

**ЗАВДАННЯ №0**  
**ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З КУРСУ:**

- 1.Скласти матрицю суміжності.
- 2.Визначити ітеровану силу порядку 1.
- 3.Визначити ітеровану силу порядку 2.
- 4.Вибрати кращій варіант.
- 5.Зробити висновки з виконаної контрольної роботи з курсу.
- 6.Наверсти список використаних літературних джерел.

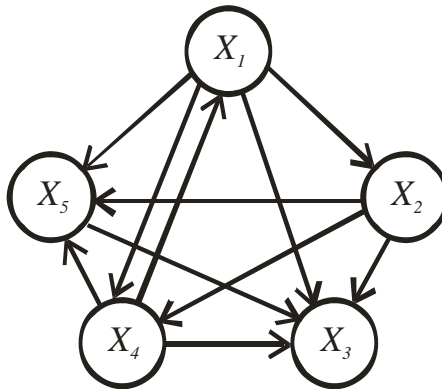


Рис.1 – Граф результатів турніру

## РОЗДІЛ 1 – СКЛАДАННЯ МАТРИЦІ СУМІЖНОСТІ

### 1.1 Визначення компонентів матриці суміжності

На основі графу результатів, що зображений на рис.1 визначаємо компоненти матриці суміжності [1]:

– аналізуємо вершину графа  $X_1$ , та з врахуванням (3.2) записуємо  $a_{1,1} = 1, a_{1,2} = 2, a_{1,3} = 2, a_{1,4} = 1, a_{1,5} = 2$ ;

– аналізуємо вершину графа  $X_2$ , та з врахуванням (3.2) записуємо  $a_{2,1} = 0, a_{2,2} = 1, a_{2,3} = 2, a_{2,4} = 2, a_{2,5} = 2$ ;

– аналізуємо вершину графа  $X_3$ , та з врахуванням (3.2) записуємо  $a_{3,1} = 0, a_{3,2} = 0, a_{3,3} = 1, a_{3,4} = 0, a_{3,5} = 0$ ;

– аналізуємо вершину графа  $X_4$ , та з врахуванням (3.2) записуємо  $a_{4,1} = 1, a_{4,2} = 0, a_{4,3} = 2, a_{4,4} = 1, a_{4,5} = 2$ ;

– аналізуємо вершину графа  $X_5$ , та з врахуванням (3.2) записуємо  $a_{5,1} = 0, a_{5,2} = 0, a_{5,3} = 2, a_{5,4} = 0, a_{5,5} = 1$ .

### 1.2 Складання матриці суміжності

На основі даних отриманих в п.1.1 складемо матрицю суміжності [1]:

$$A = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 2 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 1 \end{vmatrix}. \quad (1)$$

## РОЗДІЛ 2 – РОЗРАХУНКИ ПО ПЕРШІЙ ТА ДРУГІЙ ІТЕРАЦІЇ

### 2.1 Розрахунки по першій ітерації

За формулою (3.3) визначаємо ітеровану силу першого порядку для першого гравця [1]:

$$P_1(1) = 1 + 2 + 2 + 1 + 2 = 8. \quad (2)$$

За формулою (3.3) визначаємо ітеровану силу першого порядку для другого гравця [1]:

$$P_2(1) = 0 + 1 + 2 + 2 + 2 = 7. \quad (3)$$

За формулою (3.3) визначаємо ітеровану силу першого порядку для третього гравця [1]:

$$P_3(1) = 0 + 0 + 1 + 0 + 0 = 1. \quad (4)$$

За формулою (3.3) визначаємо ітеровану силу першого порядку для четвертого гравця [1]:

$$P_4(1) = 1 + 0 + 2 + 1 + 2 = 6. \quad (5)$$

За формулою (3.3) визначаємо ітеровану силу першого порядку для п'ятого гравця [1]:

$$P_5(1) = 0 + 0 + 2 + 0 + 1 = 3. \quad (6)$$

За формулою (2) та (3.8) визначаємо нормовану ітеровану силу першого порядку для першого гравця [1]:

$$P_1^{\hat{a}^3\hat{a}i}(1) = \frac{8}{25} = 0,32. \quad (7)$$

За формулою (3) та (3.8) визначаємо нормовану ітеровану силу першого порядку для другого гравця [1]:

$$P_2^{\hat{a}^3\hat{a}i}(1) = \frac{7}{25} = 0,28. \quad (8)$$

За формулою (4) та (3.8) визначаємо нормовану ітеровану силу першого порядку для третього гравця [1]:

$$P_3^{\hat{a}^3\hat{a}i}(1) = \frac{1}{25} = 0,04. \quad (9)$$

За формулою (5) та (3.8) визначаємо нормовану ітеровану силу першого порядку для четвертого гравця [1]:

$$P_4^{\hat{a}^3\hat{a}i}(1) = \frac{6}{25} = 0,24. \quad (10)$$

За формулою (6) та (3.8) визначаємо нормовану ітеровану силу першого порядку для п'ятого гравця [1]:

$$P_5^{\hat{a}^3\hat{a}i}(1) = \frac{3}{25} = 0,12. \quad (11)$$

## 2.2 Розрахунки по другій ітерації

За формулою (3.5) визначаємо ітеровану силу другого порядку для першого гравця [1]:

$$P_1(2) = 1 \cdot 8 + 2 \cdot 7 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 6 + 2 \cdot 3 = 36 \quad (12)$$

За формулою (3.5) визначаємо ітеровану силу другого порядку для другого гравця [1]:

$$P_2(2) = 0 \cdot 8 + 1 \cdot 7 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 3 = 27. \quad (13)$$

За формулою (3.5) визначаємо ітеровану силу другого порядку для третього гравця [1]:

$$P_3(2) = 0 \cdot 8 + 0 \cdot 7 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 6 + 0 \cdot 3 = 1. \quad (14)$$

За формулою (3.5) визначаємо ітеровану силу другого порядку для четвертого гравця [1]:

$$P_4(2) = 1 \cdot 8 + 0 \cdot 7 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 6 + 2 \cdot 3 = 22. \quad (15)$$

За формулою (3.5) визначаємо ітеровану силу другого порядку для п'ятого гравця [1]:

$$P_5(4) = 0 \cdot 8 + 0 \cdot 7 + 2 \cdot 1 + 0 \cdot 6 + 1 \cdot 3 = 5. \quad (16)$$

За формулою (12) та (3.8) визначаємо нормовану ітеровану силу другого порядку для першого гравця [1]:

$$P_1^{\hat{a}^3\hat{a}i}(2) = \frac{36}{91} = 0,395. \quad (17)$$

За формулою (13) та (3.8) визначаємо нормовану ітеровану силу другого порядку для другого гравця [1]:

$$P_2^{\hat{a}^3\hat{a}i}(2) = \frac{27}{91} = 0,297. \quad (18)$$

За формулою (14) та (3.8) визначаємо нормовану ітеровану силу другого порядку для третього гравця [1]:

$$P_3^{\hat{a}^3\hat{a}i}(2) = \frac{1}{91} = 0,011. \quad (19)$$

За формулою (15) та (3.8) визначаємо нормовану ітеровану силу другого порядку для четвертого гравця [1]:

$$P_4^{\hat{a}^3\hat{a}i}(2) = \frac{22}{91} = 0,242. \quad (20)$$

За формулою (16) та (3.8) визначаємо нормовану ітеровану силу другого порядку для п'ятого гравця [1]:

$$P_5^{\hat{a}^3\hat{a}i}(2) = \frac{5}{91} = 0,055. \quad (21)$$

### РОЗДІЛ 3 – ВИБІР КРАЩОГО ВАРІАНТУ

Результати розрахунків, отриманих в п.1 та п.2 зводимо у таблицю 1 і на основі результатів другої ітерації приймаємо краще рішення.

Таблиця 1 – Результати розрахунків

$X_j$ $X_i$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$\sum a_{i,j}$	$P_i^{\hat{a}^{3ii}}(1)$	$P_i(2)$	$P_i^{\hat{a}^{3ii}}(2)$	Місце
$X_1$	1	2	2	1	2	8	0,32	36	0,395	I
$X_2$	0	1	2	2	2	7	0,28	27	0,297	II
$X_3$	0	0	1	0	0	1	0,04	1	0,011	V
$X_4$	1	0	2	1	2	6	0,24	22	0,242	III
$X_5$	0	0	2	0	1	3	0,12	5	0,055	IV
$\sum$						25	1,00	91	1,00	

Як видно з табл.1 після першої ітерації за значенням  $P_i^{\hat{a}^{3ii}}(1)$  ще складно розставити пріоритети. Проте після другої ітерації за значенням  $P_i^{\hat{a}^{3ii}}(2)$  однозначно можна розставити пріоритети в проведеному турнірі, а саме:

- гравець  $X_1$  посів перше місце;
- гравець  $X_2$  – друге місце;
- гравець  $X_3$  – п'яте місце;
- гравець  $X_4$  – третє місце;
- гравець  $X_5$  – четверте місце.

#### ВИСНОВКИ

В результаті виконання контрольної роботи я навчився(-лася) приймати найбільш ефективні рішення користуючись методом розстановки пріоритетів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Блюмберг В.А., В.Ф.Глушенко. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов. – Л.: Лениздат, 1982. – 160 с.

## 5 ЗАПИТАННЯ ДО ТЕСТУВАННЯ З КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Який метод якісної оцінки застосовано в даній контрольній роботі?
2. Які порівняння використовуються в розглянутому методі якісної оцінки?
3. Яке значення присвоюється  $a_{ij}$ , якщо  $X_1 > X_2$  ?
4. Яке значення присвоюється  $a_{ij}$ , якщо  $X_1 = X_2$  ?
5. Яке значення присвоюється  $a_{ij}$ , якщо  $X_1 < X_2$  ?
6. Як будується матриця суміжності?
7. Ітерована сила якого порядку не враховує сили гравця?
8. Що означає термін ітерована сила першого порядку?
9. Як визначається ітерована сила першого порядку?
10. Що означає термін ітерована сила другого та вищого порядків?
11. Як визначається ітерована сила порядків більше першого?
12. Що означає термін нормована ітерована сила?
13. Як визначається нормована ітерована сила?
14. Чому дорівнює сума всіх нормованих ітерованих сил однієї ітерації?
15. Як приймається краще рішення?
16. Чому дорівнює загальне число порівнянь?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Блюмберг В.А., В.Ф.Глуценко. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов. – Л.: Лениздат, 1982. – 160 с.

## ДОДАТКИ

### ДОДАТОК А

#### **Порядок проведення тестового контролю з контрольної роботи**

На тестовий контроль з контрольної роботи відводиться 20 хвилин часу з розрахунку 1 хвилина на питання та 4 хвилини на оформлення та задачу тестового листа.

При проведенні тестового контролю з контрольної роботи студент отримує варіант тесту, що складається з 16 запитань, в кожному з яких міститься 5 варіантів відповіді (А, Б, В, Г, Д). Столпчик **Е** в даних тестах не використовується.

Заповнення тестового листа ведеться ручкою з синім або чорним кольором пасти.

Перед тим, як дати відповіді на тестові запитання студент заповнює титульну частину тестового листа, а саме: в рядку **П** вказує своє прізвище; в рядку **І** вказує своє ім'я; в рядку **Б** вказує своє по-батькові; в рядку **Група** вказує шифр своєї групи; в рядку **Варіант завдання**, вказує номер варіанта завдання, що отримав.

Після цього студент дає відповіді на тестові запитання закреслюючи відповідну літеру навпроти відповідного номера запитання. В одному рядку повинна бути закресленою тільки одна літера (А, Б, В, Г, або Д).

Якщо в одному рядку закреслено більше однієї літери, то кількість балів за відповідне запитання – 0.

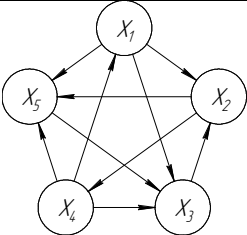
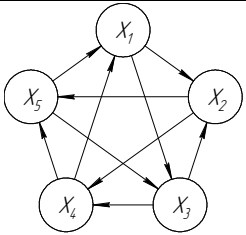
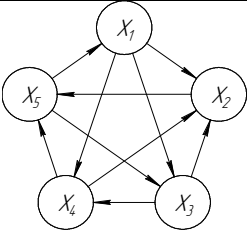
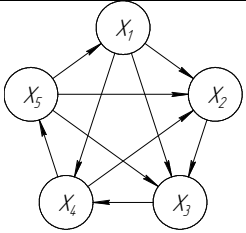
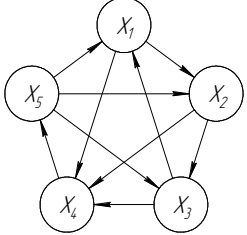
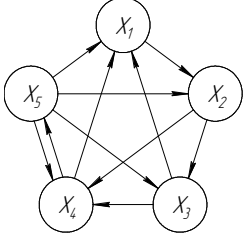
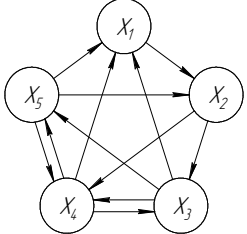
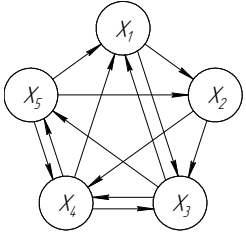
Приклад. Якщо студент вважає, що на **3** запитання вірною є відповідь з літерою **В**, то він у рядку 3 тестового листа закреслює літеру В проставивши позначку ✓, × або ■.

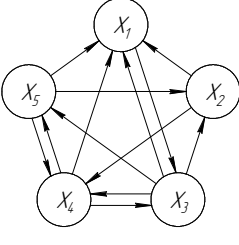
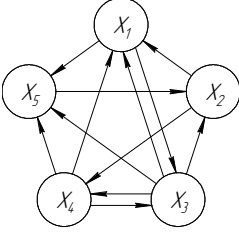
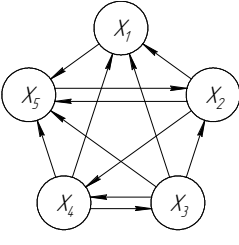
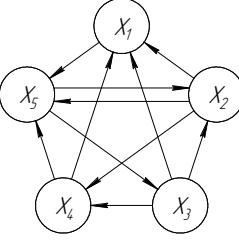
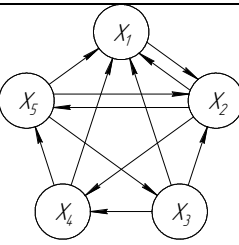
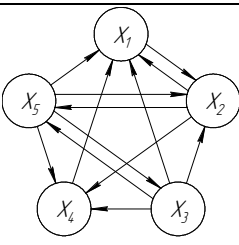
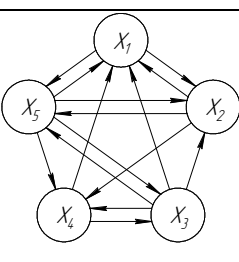
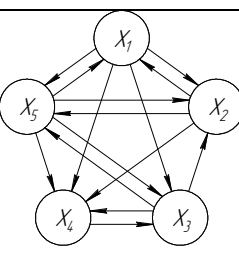
## Зразок тестового листа

П						
І						
Б						
Група						
Варіант завдання _____						
№	Варіант відповіді					
1	А	Б	В	Г	Д	Е
2	А	Б	В	Г	Д	Е
3	А	Б	×	Г	Д	Е
4	А	Б	В	Г	Д	Е
5	А	Б	В	Г	Д	Е
6	А	Б	В	Г	Д	Е
7	А	Б	В	Г	Д	Е
8	А	Б	В	Г	Д	Е
9	А	Б	В	Г	Д	Е
10	А	Б	×	Г	Д	Е
11	А	Б	В	Г	Д	Е
12	А	Б	В	Г	Д	Е
13	А	Б	В	Г	Д	Е
14	А	Б	В	Г	Д	Е
15	А	Б	В	Г	Д	Е
16	А	Б	В	Г	Д	Е

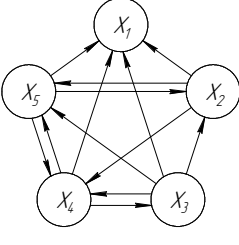
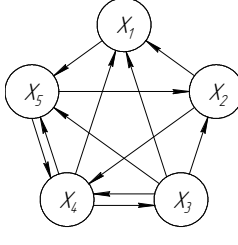
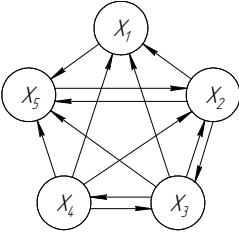
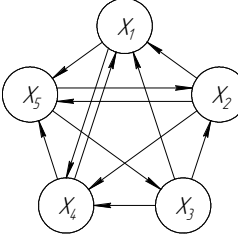
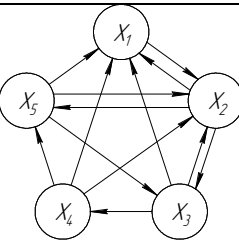
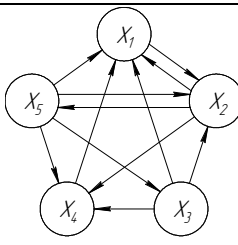
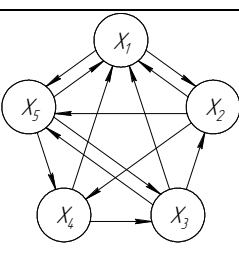
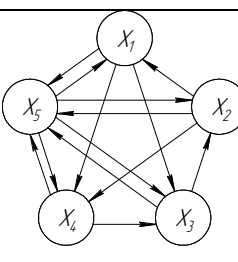
## ДОДАТОК Б

## ВАРІАНТИ ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

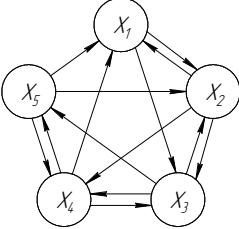
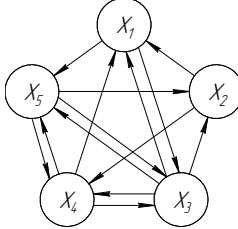
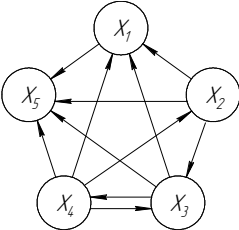
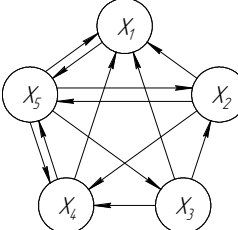
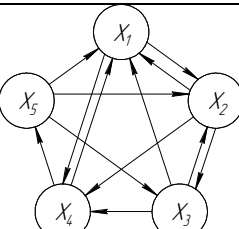
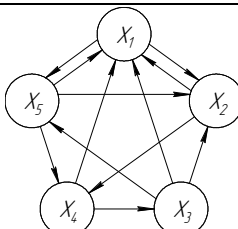
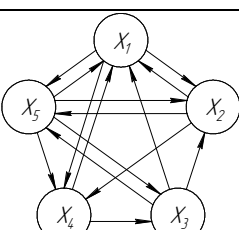
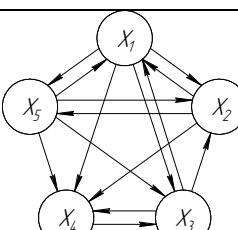
№ варіанту	Граф з результатами турніру	№ варіанту	Граф з результатами турніру
1	2	3	4
0		1	
2		3	
4		5	
6		7	

№ варіанту	Граф з результатами турніру	№ варіанту	Граф з результатами турніру
1	2	3	4
8	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	9	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
10	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	11	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
12	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	13	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
14	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	15	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>

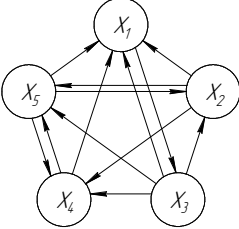
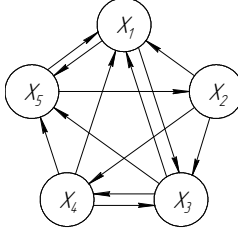
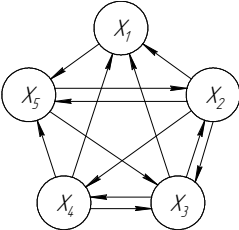
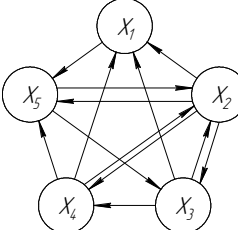
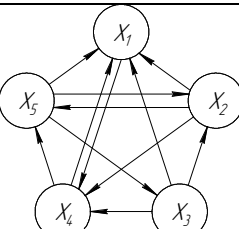
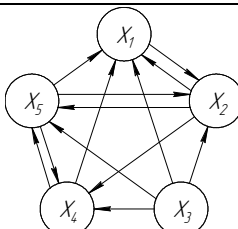
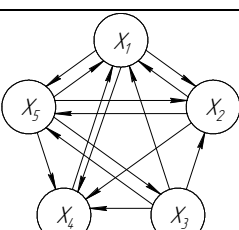
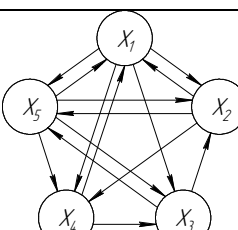
№ варіанту	Граф з результатами турніру	№ варіанту	Граф з результатами турніру
1	2	3	4
16		17	
18		19	
20		21	
22		23	

№ варіанту	Граф з результатами турніру	№ варіанту	Граф з результатами турніру
1	2	3	4
24	 <p>A tournament graph with 5 nodes labeled <math>x_1</math> through <math>x_5</math>. Node <math>x_1</math> is at the top, <math>x_2</math> and <math>x_5</math> are in the middle row, and <math>x_4</math> and <math>x_3</math> are at the bottom. Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2</math>, <math>x_1 \rightarrow x_5</math>, <math>x_2 \rightarrow x_3</math>, <math>x_2 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_5</math>, <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	25	 <p>A tournament graph with 5 nodes labeled <math>x_1</math> through <math>x_5</math>. Node <math>x_1</math> is at the top, <math>x_2</math> and <math>x_5</math> are in the middle row, and <math>x_4</math> and <math>x_3</math> are at the bottom. Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2</math>, <math>x_1 \rightarrow x_5</math>, <math>x_2 \rightarrow x_3</math>, <math>x_2 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_5</math>, <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
26	 <p>A tournament graph with 5 nodes labeled <math>x_1</math> through <math>x_5</math>. Node <math>x_1</math> is at the top, <math>x_2</math> and <math>x_5</math> are in the middle row, and <math>x_4</math> and <math>x_3</math> are at the bottom. Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2</math>, <math>x_1 \rightarrow x_5</math>, <math>x_2 \rightarrow x_3</math>, <math>x_2 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_5</math>, <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	27	 <p>A tournament graph with 5 nodes labeled <math>x_1</math> through <math>x_5</math>. Node <math>x_1</math> is at the top, <math>x_2</math> and <math>x_5</math> are in the middle row, and <math>x_4</math> and <math>x_3</math> are at the bottom. Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2</math>, <math>x_1 \rightarrow x_5</math>, <math>x_2 \rightarrow x_3</math>, <math>x_2 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_5</math>, <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
28	 <p>A tournament graph with 5 nodes labeled <math>x_1</math> through <math>x_5</math>. Node <math>x_1</math> is at the top, <math>x_2</math> and <math>x_5</math> are in the middle row, and <math>x_4</math> and <math>x_3</math> are at the bottom. Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2</math>, <math>x_1 \rightarrow x_5</math>, <math>x_2 \rightarrow x_3</math>, <math>x_2 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_5</math>, <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	29	 <p>A tournament graph with 5 nodes labeled <math>x_1</math> through <math>x_5</math>. Node <math>x_1</math> is at the top, <math>x_2</math> and <math>x_5</math> are in the middle row, and <math>x_4</math> and <math>x_3</math> are at the bottom. Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2</math>, <math>x_1 \rightarrow x_5</math>, <math>x_2 \rightarrow x_3</math>, <math>x_2 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_5</math>, <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
30	 <p>A tournament graph with 5 nodes labeled <math>x_1</math> through <math>x_5</math>. Node <math>x_1</math> is at the top, <math>x_2</math> and <math>x_5</math> are in the middle row, and <math>x_4</math> and <math>x_3</math> are at the bottom. Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2</math>, <math>x_1 \rightarrow x_5</math>, <math>x_2 \rightarrow x_3</math>, <math>x_2 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_5</math>, <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	31	 <p>A tournament graph with 5 nodes labeled <math>x_1</math> through <math>x_5</math>. Node <math>x_1</math> is at the top, <math>x_2</math> and <math>x_5</math> are in the middle row, and <math>x_4</math> and <math>x_3</math> are at the bottom. Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2</math>, <math>x_1 \rightarrow x_5</math>, <math>x_2 \rightarrow x_3</math>, <math>x_2 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_4</math>, <math>x_3 \rightarrow x_5</math>, <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>

№ варіанту	Граф з результатами турніру	№ варіанту	Граф з результатами турніру
1	2	3	4
32		33	
34		35	
36		37	
38		39	

№ варіанту	Граф з результатами турніру	№ варіанту	Граф з результатами турніру
1	2	3	4
40	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	41	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
42	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	43	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
44	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	45	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
46	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	47	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_1 \rightarrow x_3, x_1 \rightarrow x_4, x_1 \rightarrow x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_2 \rightarrow x_4, x_2 \rightarrow x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_3 \rightarrow x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>

№ варіанту	Граф з результатами турніру	№ варіанту	Граф з результатами турніру
1	2	3	4
48		49	
50		51	
52		53	
54		55	

№ варіанту	Граф з результатами турніру	№ варіанту	Граф з результатами турніру
1	2	3	4
56	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_4</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	57	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
58	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	59	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
60	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	61	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>
62	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>	63	 <p>A tournament graph with 5 nodes: <math>x_1</math> (top), <math>x_2</math> (right), <math>x_3</math> (bottom-right), <math>x_4</math> (bottom-left), and <math>x_5</math> (left). Directed edges are: <math>x_1 \rightarrow x_2, x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_2 \rightarrow x_3, x_4, x_5</math>; <math>x_3 \rightarrow x_4, x_5</math>; <math>x_4 \rightarrow x_5</math>.</p>

**ТИТУЛЬНИЙ ЛИСТ ЗВІТУ З КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ**

Міністерство освіти та науки України  
Кіровоградський національний технічний університет  
Центр заочної та дистанційної освіти

**КОНТРОЛЬНА РОБОТА**

з курсу «Теорія технічних систем»  
Варіант № \_\_\_\_\_

Розробив: студент гр. *шифр групи*  
*прізвище, ім'я, по-батькові студента*

Перевірив: *вчений ступінь та звання*  
*прізвище, ім'я, по-батькові викладача*

Кропивницький 2016

**ЗМІСТ**

ВСТУП .....	3
1 ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З КУРСУ ...	5
2 ЗМІСТ ЗВІТУ З ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ .....	6
3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ .....	6
4 ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ .....	10
5 ЗАПИТАННЯ ДО ТЕСТУВАННЯ З КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ .....	19
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	19
ДОДАТКИ .....	20
ДОДАТОК А Порядок проведення тестового контролю з контрольної роботи .....	20
ДОДАТОК Б Варіанти завдання до контрольної роботи з курсу .....	22
ДОДАТОК В Титульний лист звіту з контрольної роботи .....	30

Електронне навчально-методичне видання

## **Теорія технічних систем**

### **Методичні вказівки до виконання контрольної роботи**

з елементами кредитно-трансфертної системи організації навчального процесу  
для студентів заочної форми навчання  
напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування», спеціальностей 131  
"Прикладна механіка" та 133 "Галузеве машинобудування"

---

Укладачі: Ковришкін М.О., Лисенко О.В.

---

Формат 60×84 1/16. Ум.друк.арк.2,0.

---

Кафедра «Металорізальні верстати та системи»  
м.Кропивницький, просп.Університетський, 8