

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ**

**Кафедра технології хліба,  
кондитерських, макаронних виробів і  
харчоконцентратів**

**“Основи наукових досліджень  
і технічної творчості”**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання розрахункової роботи для студентів рівня  
бакалавр напряму підготовки  
6.051701 “Харчові технології та інженерія”**

**Харків 2012**

Затверджено кафедрою технології  
хліба, кондитерських, макаронних  
виробів і харчоконцентратів,  
протокол № від р.

Схвалено науково-методичною  
комісією навчально-наукового  
інституту харчових технології та  
бізнесу  
протокол № від р.

Рецензент: к.т.н., доцент Олійник С.Г.

## ВСТУП

На сучасному етапі розвитку науки велике значення набуває підготовка фахівців, які володіють творчою самостійністю, здатністю до глибокого мислення та активної дії. В системі підготовки фахівців інженерної спеціальності «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» особлива увага приділяється формуванню і розвитку у студентів інтелектуальних здібностей, вміння творчо підходити під час вирішення науково-технічних задач.

Добре володіння методами теоретичних і експериментальних досліджень технологічних процесів в галузі можливе за вивчення дисципліни «Основи наукових досліджень і технічної творчості».

**Задачею дисципліни** є надання студентам наступних **компетенцій**:

- орієнтування в інформаційному просторі під час проведення наукових досліджень;
- застосування системного аналізу як методу дослідження технологічних систем;
- володіння процедурами системного дослідження – декомпозиції та агрегування;
- вміння послідовного виконання етапів науково-дослідної роботи;
- з організації та проведення експерименту з використанням способів математичного планування експерименту та обробки результатів дослідження на ПЕОМ;
- вміння складати та оформляти різну наукову продукцію;
- застосувати методи математичного планування експерименту та обробки результатів досліджень, зокрема з використанням ПЕОМ.

Розрахункова робота з дисципліни має за мету закріплення теоретичних знань з застосування методу математичного моделювання при знаходженні оптимальних умов проведення технологічного процесу і вміння проведення статистичної обробки одержаних результатів і, зокрема, при використанні комп'ютерної техніки.

**Об'єктами виконання розрахункової роботи** є заданий технологічний процес, результати окремого експериментального дослідження.

Виконання розрахункової роботи можливе за умов вивчення теоретичного матеріалу за програмою курсу.

## **ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ**

Розрахункова робота є підсумковим етапом вивчення дисципліни «Основи наукових досліджень і технічної творчості» і спрямована на закріплення студентами теоретичних знань з етапів застосування математичного планування експериментів, практичних навичок обробки результатів досліджень за використання комп'ютерних технологій у наукових дослідженнях.

Виконання роботи можливе за умов освоєння теоретичного матеріалу за програмою і закріпленні знань при виконанні лабораторного практикуму.

### **Розрахункову роботу слід виконувати за такими рекомендаціями:**

- Завдання для роботи потрібно взяти на початку лабораторного практикуму у викладача і згідно з вказаним варіантом (Додаток А) підготувати відповіді на теоретичні питання.
- Оформляти роботу потрібно на листах формату А4 синіми або чорними чорнилами, акуратно і розбірливо. В разі використання ПЕОМ текст розрахункової роботи друкувати на аркушах формату А4 в текстовому редакторі Word for Windows шрифтом Times New Roman, розміром 14, міжрядковий інтервал 1,5.  
Відповідь на завдання потрібно надавати змістовно, детально, за
- їдь на завдання потрібно надавати змістовно, детально, за необхідності користуючись довідковим матеріалом.
- В текстах відповідей потрібно надати посилання на використану літературу та обов'язково список використаних літературних джерел.
- Використовувати науково-технічні джерела інформації за останні 5 років.
- За вирішення практичних завдань необхідно обґрунтувати послідовність їх виконання і порядок розрахунку.
- Розрахунки проводити з застосуванням комп'ютерної обробки результатів, що наводяться в методичних рекомендаціях.
- В разі отримання негативної оцінки необхідно переробити матеріал і знову віддати на перевірку викладачеві.

При визначенні оцінки за розрахункову роботу беруть до уваги рівень теоретичної і практичної підготовки студентів. Результати розрахункової роботи визначаються за 5-бальною системою згідно з наступними критеріями:

**«відмінно»:**

- складено горизонтальну декомпозицію технологічного процесу одержання продукції, проведено аналіз даної технології, обрано проблемну технологічну стадію;
- надано опис сутності технологічного процесу;
- обґрунтовано на підставі літературних даних і складено параметричну модель процесу «чорний ящик» з вказівкою вхідних, вихідних, керуючих та збурюючих параметрів;
- обґрунтовано вибір параметру оптимізації та факторів варіювання;
- вказано відповідність вимогам параметру оптимізації та факторів варіювання;
- винайдено нульовий рівень та інтервал варіювання факторів;
- складено таблицю з вказівкою верхніх та нижніх значень факторів варіювання;
- надано параметричну модель процесу з вказівкою верхніх та нижніх значень факторів варіювання;
- вказано посилання на використану літературу;
- складено матрицю повного факторного експерименту (ПФЕ 2<sup>n</sup>) згідно до попередніх міркувань;
- правильно виконано розрахунки, що підтверджено при перевірці на ПЕОМ, описано послідовність виконання розрахунків;

**«добре»:**

- допущені неprincipові неточності при виконанні роботи;

**«задовільно»:**

- допущено незначні помилки в розрахунках роботи;

**«незадовільно»:**

- допущені помилки в розрахунках роботи.

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ**

Користуючись даними літератури і застосовуючи метод параметричного (кібернетичного) моделювання, потрібно обрати параметри оптимізації та фактори варіювання наданого процесу. Надати їх верхні та нижні значення. Обґрунтувати сутність процесу і вибір параметрів та факторів. Скласти матрицю ПФЕ в кодованих та натуральних значеннях факторів варіювання. Пояснити прийняті рішення.

Кафедра рекомендує методику виконання теоретичної частини роботи, що наведена на блок-схемі 1.



Рисунок 1 – Блок-схема виконання теоретичної частини розрахункової роботи

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ

Виконання практичної частини розрахункової роботи потребує за представленими в Додатку Б даними досліджень проведення таких кроків:

- ⇒ визначення нульового рівня;
- ⇒ інтервалу варіювання;
- ⇒ відтворюваності експерименту;
- ⇒ складання математичної моделі;
- ⇒ перевірки адекватності моделі реальному процесу;
- ⇒ застосування методу Бокса-Уілсона для складання матриці крутого сходження.

Під час проведення розрахунків за допомогою ПЕОМ скористайтесь вказівками, що наведено нижче.

### Проведення розрахунків за допомогою ПЕОМ для результатів двофакторного експерименту

Згідно з наведеними результатами повного двофакторного експерименту при трикратному повторенні в кожному вектор-рядку матриці показання приладу потрібно занести на лист **лаб.р.2** (рисунок 2) в полі таблиці.

дослід	рівень фактора		Показники приладу в експерименті				
	$X_1$	$X_2$	Ук.1	Ук.2	Ук.3	Ук.середн.	S
1	60	1	30	30	30,1	30,033	0,003
2	60	9	29,9	29,8	29,6	29,767	0,023
3	100	1	28,1	28,8	29	28,633	0,223
4	100	9	27,6	27,1	28	27,567	0,203

$G_p = 0,49$   
 $G_m = 0,768$   
 S відтв. = 0,768

**ДИСПЕРСІЯ ВІДТВОРЮВАНOSTІ**

**ЗМІСТ**

Рисунок 2 – Розрахунок середнього значення та дисперсії відтворюваності для кожного з дослідів повного двофакторного експерименту

У діапазонах комірок **G4 : G7** та **H4 : H7** розраховуються, відповідно, середні значення та дисперсії для кожного з дослідів.

У комірці **E11** потрібно ввести табличне значення критерію Кохрена. Його можна знайти на аркуші ДОДАТОК В на перетині двох ступенів волі  $f_1=n-1$  та  $f_2=N$ , де  $N$  – кількість дослідів за матрицею ПФЕ  $2^2$ . Якщо дисперсії однорідні, автоматично буде розрахована дисперсія відтворюваності.

Далі переходимо до **Лабораторної роботи № 3** (на аркуш **лаб.р.3** – рисунок 3), на якому здійснюється вибір математичної моделі та складається рівняння регресії, а також визначається вагомість його коефіцієнтів та проводиться перевірка моделі на адекватність реальному процесу.

У комірках **D5** та **D8** розраховуються коефіцієнти рівняння регресії, які описують процес, який розглядається. Проти кожного з них вказано, чи є даний коефіцієнт вагомим. Використовуючи *тільки вагомі коефіцієнти*, складаємо рівняння регресії і записуємо в рядку **13**.

Вибір математичної моделі і складання рівняння регресії						
4	30,033		$b_0$	29,00		$S(b_0)$ 0,10
5	29,767		$b_1$	-0,90	коефіцієнт є вагомим	$ b_1 $ 0,42
6	28,633		$b_2$	-0,33	коефіцієнт є невагомим	
7	27,567		$b_{12}$	-0,20	коефіцієнт є невагомим	
Рівняння регресії						
$Y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_{12}x_1x_2$						
Дійсне рівняння регресії.						
<b><math>Y=29-0,9X_1</math></b>						
перевірка адекватності						
15	дослід	рівень фактора		$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$
16		$X_1$	$X_2$	$Y$	$Y-Y_k$	$(Y-Y_k)^2$
17	1	мінус	мінус	29,90	-0,13	0,02

Рисунок 3 – Вибір математичної моделі і складання рівняння регресії

В таблиці **Перевірка адекватності** (рисунок 4) за одержаними коефіцієнтами розраховується вихід процесу для кожного дослідів за кінцевим рівнянням регресії  $\hat{y}$ ; різниця між розрахунковим значенням виходу  $\hat{y}$  та його середнім значенням за вектор-рядком матриці  $\bar{Y}_k$  та квадрат виразу  $(\hat{y} - \bar{Y}_k)^2$ .

У комірці **B23** розраховується дисперсія адекватності. У комірці **F24** вводиться кількість вагомих коефіцієнтів. У комірці **C26** надається *розрахункове значення критерію Фішера*. У комірці **D26** вноситься аркуша листа ДОДАТОК Г. Для цього розраховується число ступенів волі адекватності  $f_1$  та число ступенів волі відтворюваності  $f_2$ :  $f_1=N-N^1$ ;  $f_2=N(n-1)$ , де  $n$  – кількість дослідів за вектор-рядком в матриці експерименту.



Microsoft Excel - Ond\_испр

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Дійсне рівняння регресії.						
$Y=29,0,9X_1$						
перевірка адекватності						
дослід	рівень фактора		Y	Y-Y <sub>k</sub>	(Y-Y <sub>k</sub> ) <sup>2</sup>	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>				
1	мінус	мінус	29,90	-0,13	0,02	
2	мінус	плюс	29,90	0,13	0,02	
3	плюс	мінус	28,10	-0,53	0,28	
4	плюс	плюс	28,10	0,53	0,28	
Сумма					0,60	
S <sub>ад</sub> <sup>2</sup>	0,30					
Кількість вагомих коефіцієнтів у рівнянні регресії			→		2	
F <sub>p</sub>	2,67					
F <sub>m</sub>	4,5					
Підсумок етапу роботи: рівняння адекватно реальному процесу						
переходьте до роботи 4.1						

ЗМІСТ

лаб.р.1 / лаб.р.2 / **лаб.р.3** / лаб.р.4 / лаб.р.4.1 / Додаток

Рисунок 4 – Перевірка моделі на адекватність реальному процесу

**Необхідно ввести кількість вагомих коефіцієнтів у комірку F24!**

Після цього на екран виводиться повідомлення про те, чи є дане рівняння адекватним реальному процесу. Якщо неадекватне, це означає, що експеримент потрібно спланувати і провести спочатку.

Робота триває лише в тому випадку, коли одержане рівняння адекватне реальному процесу. Якщо в адекватній математичній моделі відсутній коефіцієнт міжфакторної взаємодії  $b_{12}$ , тоді рівняння регресії буде лінійним і для знаходження оптимальних умов проведення технологічного процесу може бути використаний даний метод (розраховуємо нові кроки для матриці „крутого сходження” –аркуш **лаб.р.4.1**) – рисунок 5.

Microsoft Excel - Ond\_испр

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Y=29,0,9X1						
b <sub>1</sub> =	-0,90	λ <sub>1</sub> =	4	b <sub>1</sub> · λ <sub>1</sub> =	-3,6	
b <sub>2</sub> =	0,00	λ <sub>2</sub> =	20	b <sub>2</sub> · λ <sub>2</sub> =	0	
максимальним значенням ε:					3,6	
λ <sub>x</sub> =	4					
S <sub>баз</sub> =	2					
K <sub>1</sub> =	-1,00					
K <sub>2</sub> =	0,00					
S <sub>1</sub> =	-2,00					
S <sub>2</sub> =	0,00					
Тривалість	Температура					
	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	результати експерименту			
	5	80				
	3,00	80,00	14			
	1,00	80,00	12			
	-1,00	80,00				

данний результат є максимальним

данний результат є мінімальним

лаб.р.1 / лаб.р.2 / лаб.р.3 / лаб.р.4 / **лаб.р.4.1** / Дода

Рисунок 5 – Застосування методу Бокса-Уїлсона для знаходження оптимальних умов процесу під час використання лінійної математичної моделі

Якщо ж всі коефіцієнти рівняння регресії значимі, то математична модель нелінійна і для знаходження оптимальних умов процесу необхідно використовувати градієнтний метод. У цьому випадку на екран виводиться повідомлення:

**Підсумок етапу роботи: рівняння адекватне реальному процесові  
переходьте до роботи 4.1**

На аркуші **лаб.р.4** (рисунок 6) проводиться процедура лінеаризації рівняння регресії. У результаті модель приводиться до лінійного вигляду, для якого можливе використання методу "крутого сходження" Бокса-Уілсона.

На рисунку 6 показано, що в таблиці складається матриця "Бокса\_Уілсона". Значення показників приладу заносяться в оранжеві комірки матриці. При цьому автоматично визначається мінімальне або максимальне значення показника приладу серед решти. Це дозволить вибрати оптимальні умови проведення процесу згідно з поставленою дослідником мети (мінімізація або максимізація).

	$X_1$	$X_2$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_1 \lambda_1$	$\beta_2 \lambda_2$	$S_{\text{баз}}$	$K_1$	$K_2$	$S_1$	$S_2$	$\Delta X_1$	$\Delta X_2$	$C_{11}$	$C_{12}$	Результат експеримен
9	0,00	0,00	-0,90	-0,33	-3,60	-6,67	10,00	-0,54	-1,00	-5,40	-10,00	-1,35	-0,50	-0,40	70,00	10
10	-1,35	-0,50	-0,80	-0,06	-3,20	-1,27	2,00	-1,00	-0,40	-2,00	-0,79	-0,50	-0,04	-5,80	60,00	15
11	-1,85	-0,54	-0,79	0,04	-3,17	0,73	2,00	-1,00	0,23	-2,00	0,46	-0,50	0,02	-7,80	59,21	
12	-2,35	-0,52	-0,80	0,14	-3,19	2,73	2,00	-1,00	0,86	-2,00	1,72	-0,50	0,09	-9,80	59,67	
13	-2,85	-0,43	-0,81	0,24	-3,26	4,73	10,00	-0,69	1,00	-6,88	10,00	-1,72	0,50	-11,80	61,39	
14	-4,57	0,07	-0,91	0,58	-3,66	11,61	10,00	-0,31	1,00	-3,15	10,00	-0,79	0,50	-18,68	71,39	
15	-5,36	0,57	-1,01	0,74	-4,06	14,76	10,00	-0,27	1,00	-2,75	10,00	-0,69	0,50	-21,83	81,39	
16	-6,04	1,07	-1,11	0,88	-4,46	17,51	10,00	-0,25	1,00	-2,54	10,00	-0,64	0,50	-24,57	91,39	

Рисунок 6 – Процедура лінеаризації рівняння регресії.

**Проведення розрахунків за допомогою ПЕОМ  
для результатів трифакторного експерименту**

У стовпчики **B, C, D** (рисунок 7) вноситься значення обраних факторів варіювання у натуральних величинах згідно з варіантом завдання роботи. Для даних значень проводиться експеримент за умов трикратного повторювання для кожного вектор-рядку матриці. Показання приладу заносяться до стовпчиків **E, F, G**.

**Увага!!! Введення значень проводиться лише у комірці,  
що забарвлені у сірій колір!!!**

№ досліджу	Рівень фактору			показники приладу експерименту				дисперсія
	X1	X2	X3	y1	y2	y2	y <sub>ср</sub>	S2
1	16	46	6	141,2	127,1	142,6	136,9666667	73,50333
2	26	46	6	146,8	154,4	151,9	151,0333333	15,00333
3	16	56	6	187,6	184,4	195,9	189,3	35,23000
4	26	56	6	198,7	186,5	201,2	195,4666667	61,86333
5	16	46	10	177,3	172,9	188,4	179,5333333	63,80333
6	26	46	10	137,5	144,8	131,1	137,8	46,99000
7	16	56	10	158,6	164,3	172,1	165	45,93000
8	26	56	10	130,2	143,1	136,2	136,5	41,67000
								383,99333

  

розрахунок критерію Кохрена	
Gr	0,191418254
Gт	0,516

розрахунок дисперсії відтворюваності	
S2відт	47,99916667

Розрахунок проводиться у випадку якщо виконується умова  $G_r < G_t$

Рисунок 7 – Розрахунок дисперсії відтворюваності експерименту

У діапазонах комірок **H4 : H11** та **I4 : I11** автоматично розраховуються середні значення та дисперсії для кожного з дослідів. У комірці **C15** обчислюється розрахункове значення критерію Кохрена (ДОДАТОК В), у комірці **F15** визначається дисперсія відтворюваності.

Визначення значень коефіцієнтів рівняння регресії здійснюється у комірках **C22 : C29** (рисунок 8).

Вагомість коефіцієнтів рівняння регресії визначається автоматично (комірки **D22 : D29**). Комірка **C33** відображає середньоквадратичну помилку експерименту.

В таблиці **Перевірка адекватності** (рисунок 9) автоматично розраховується вихід процесу для кожного дослідів за кінцевим рівнянням регресії з урахуванням вагомості його коефіцієнтів (стовпчик **D45 : D52**) та знаходиться різниця між розрахунковим значенням виходу та його середнім значенням за вектором-рядком матриці (стовпчик **G45 : G52**).

Комірка **D55** показує кількість вагомих коефіцієнтів рівняння регресії, комірка **D56** – дисперсію адекватності. Визначення розрахункового значення критерію Фішера здійснюється у комірці **C59**, а його табличне значення обирається з ДОДАТКУ Г за кількістю ступіней волі адекватності ( $f_1 = N - N^I$ , де  $N$  – кількість дослідів основного експерименту,  $N^I$  – кількість вагомих коефіцієнтів у рівнянні регресії) та числу ступенів волі відтворюваності ( $f_2 = N \cdot (n - 1)$ , де  $n$  – кількість дослідів за вектор-рядком в матриці експерименту) та заноситься до комірки **B60**.

Microsoft Excel - ЛАБОРАТ

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Arial 10 Ж К Ч

P65 fx

Коефіцієнти рівняння регресії		
v0=	161,45	Вагомий
v1=	-6,25	Вагомий
v2=	10,11666667	Вагомий
v3=	-6,741666667	Вагомий
v12=	0,666666667	Невагомий
v23=	-14,075	Вагомий
v13=	-11,30833333	Вагомий
v123=	2,641666667	Невагомий

  

середньо-кв пом	
S=	1,414201286
tα=	4,3
tα*S=	6,08106553

**Критерій Стьюдента**

Рівняння регресії

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{123} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Рисунок 8 – Визначення середньоквадратичної помилки експерименту та складання рівняння регресії

Microsoft Excel - ЛАБОРАТ

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Arial 10 Ж К Ч

P80 fx

Перевірка адекватності						
	x1	x2	x3	y_расч	y_ср	в квадрате
1	-1	-1	-1	138,9416667	136,9666667	3,900625
2	1	-1	-1	149,0583333	151,0333333	3,900625
3	-1	1	-1	187,325	189,3	3,900625
4	1	1	-1	197,4416667	195,4666667	3,900625
5	-1	-1	1	176,225	179,5333333	10,94506944
6	1	-1	1	141,1083333	137,8	10,94506944
7	-1	1	1	168,3083333	165	10,94506944
8	1	1	1	133,1916667	136,5	10,94506944
						59,38277778

  

N=	8	N1=	6
Sad=	сумма/((N-N1)=		29,69138889

**Кількість вагомих коефіцієнтів в рівнянні регресії**

Визначення критерію Фішера

Fp=	Sad/S2відт=	0,618581341
Fт=	2,7	

Рисунок 9 – Перевірка адекватності рівняння реальному процесу

Якщо  $F_p < F_m$ , то рівняння адекватно реальному процесу і може бути використане для розрахунку виходу процесу за будь-яких значень факторів, що знаходяться між верхнім та нижнім рівнями.

Оптимізацію процесу проводять за «методом крутого сходження», який здійснюється аналогічно, як для ПФЕ 2<sup>2</sup>.

**ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЧАСТИНИ  
РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ**

№ варіанта	Варіант завдання
	Процеси для розгляду
1	Випікання печива пісочного
2	Заморожування суниці
3	Розморожування яловичини
4	Стерилізація плодоягідних консервів
5	Розпилювальна сушка молока
6	Уварювання цукрової помади
7	Пастеризація молока
8	Охолодження птиці
9	Заміс тіста бісквітного
10	Бродіння тіста з борошна пшеничного
11	Збивання крему вершкового
12	Уварювання сиропу клейового для одержання мармеладу
13	Зберігання печива пісочного
14	Холодний заміс тіста макаронного
15	Формування вермішелі
16	Сушка мармеладних виробів
17	Бродіння опари з борошна пшеничного
18	Гідротермічна обробка зерна під час одержання вівсяної крупи
19	Пророщування солоду
20	Драглеутворення агару
21	Випікання хліба пшеничного формового
22	Варка м'яса яловичини
23	Зберігання петрушки
24	Стерилізація рибних консервів
25	Уварювання карамельної маси
26	Вистоювання тістових заготовок для хліба пшеничного
27	Бродіння тіста з борошна житнього

28	Бродіння опари вологістю 48-50 %
29	Зберігання сметани
30	Заміс житнього тіста
31	Подрібнення м'яса яловичини для фаршу
32	Розморожування яловичини
33	Сушки петрушки конвективним способом
34	Зберігання борошна пшеничного
35	Бланшування перцю солодкого
36	Коптіння риби
37	Зберігання хліба з пшеничного борошна
38	Уварювання карамельної маси
39	Зберігання червоної ікри
40	Замісу пісочного тіста
41	Випікання напівфабрикату вафельного
42	Глазурування пісочного печива кондитерської глазур'ю
43	Смажіння риби
45	Уварювання повидла яблучного
46	Драглеутворення пектину
47	Відновлення сушеної моркви
49	Випікання хліба житнього
50	Коншування маси шоколадної
51	Випікання напівфабрикату листкового
52	Просіювання борошна пшеничного
53	Зберігання цукерок помадних
54	Дозрівання сиру твердого Російського
55	Нормалізація молока
56	Зберігання мармеладу
57	Зберігання яблук зимових сортів
58	Заміс тіста пряникового
59	Ціноутворення білка яєчного
60	Варки виробів макаронних

**ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ  
РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ**

**Варіант №1**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 20\%$ ,  $X_2 = 50\%$ ,  $X_3 = 8\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 5\%$ ,  $\lambda_2 = 5\%$ ,  $\lambda_3 = 2\%$ .

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	90	9	16,8	16,9	16,5
2	90	7	14,1	14,5	14,2
3	70	9	13,2	13,8	13,7
4	70	7	12,1	12,0	12,3

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	141,0	126,9	142,4
2	+	-	-	146,6	154,2	151,7
3	-	+	-	187,4	184,2	195,7
4	+	+	-	198,5	186,3	201,0
5	-	-	+	177,3	172,9	188,4
6	+	-	+	137,5	144,8	131,1
7	-	+	+	158,6	164,3	172,1
8	+	+	+	130,2	143,1	136,2

**Варіант №2**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 190\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 50\text{ хв}$ ,  $X_3 = 35\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 10,5\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 15\text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 5,5\%$ .

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	60	5	14,0	14,2	14,6
2	30	4	15,0	15,6	15,1
3	60	4	14,6	14,7	14,8
4	30	5	14,2	14,1	13,8

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ дослідю	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	+	+	+	32,2	31,9	32,8
2	-	-	-	39,4	39,9	40,1
3	+	+	-	35,6	35,8	34,7
4	+	-	-	34,4	33,8	35,1
5	+	-	+	35,8	36,4	36,9
6	-	+	+	36,6	36,9	37,2
7	-	-	+	37,7	38,1	37,9
8	-	+	-	38,4	37,9	38,2

*Варіант №3*

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$$X_1 = 95,5 \text{ }^\circ\text{C}, X_2 = 80 \text{ хв}, X_3 = 34,5\%$$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 9,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 10 \text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 5,5\%$ .

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ дослідю	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	100	10	20,5	20,36	20,9
2	100	5	19,3	19,5	19,1
3	80	10	17,2	17,1	17,3
4	80	5	16,1	16,2	16,4

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ дослідю	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	14,0	13,1	14,4
2	+	-	-	14,8	15,2	15,7
3	-	+	-	18,4	18,1	19,7
4	+	+	-	19,5	18,8	20,0
5	-	-	+	17,1	17,9	18,8
6	+	-	+	13,7	14,9	13,1
7	-	+	+	15,5	16,6	17,1
8	+	+	+	13,2	14,0	13,4



**Проводження ДОДАТКУ Б**  
**Варіант №4**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 170\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 25\text{ хв}$ ,  $X_3 = 25\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 7\text{ }^\circ\text{C}$   $\lambda_2 = 5\text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 4\%$ .

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	–	–	–	161,8	157,9	160,4
2	–	–	+	173,5	179,4	165,9
3	–	+	–	194,5	201,5	205,9
4	–	+	+	220,9	205,7	209,5
5	+	–	–	207,2	188,9	196,2
6	+	–	+	149,2	160,9	156,6
7	+	+	–	190,9	180,7	177,2
8	+	+	+	154,8	149,5	151,9

**Варіант №5**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 10\%$ ,  $X_2 = 40\%$ ,  $X_3 = 18\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 3\%$ ,  $\lambda_2 = 11\%$ ,  $\lambda_3 = 4\%$ .

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	16	10	21,4	20,5	20,3
2	25	5	40,3	40,1	40,3
3	25	10	60,2	60,1	59,7
4	16	5	17,4	17,5	17,8

**Проводження ДОДАТКУ Б****Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>**

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	–	–	–	120,8	135,4	136,5
2	–	+	–	148,5	140,2	145,9
3	+	–	–	178,4	181,1	189,8
4	+	+	–	180,6	192,4	196,3
5	–	–	+	166,7	171,8	182,4
6	–	+	+	138,9	131,7	125,4
7	+	–	+	158,5	152,2	166,1
8	+	+	+	137,2	24,4	130,2

**Варіант №6**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

X<sub>1</sub> = 120 °C, X<sub>2</sub> = 50 хв, X<sub>3</sub> = 11%

та інтервалів варіювання λ<sub>1</sub> = 10 °C λ<sub>2</sub> = 10 хв, λ<sub>3</sub> = 2,5%.

**Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>**

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	34	20	25,0	25,2	25,1
2	46	20	37,5	37,6	37,7
3	34	10	23,2	23,0	23,1
4	46	10	30,1	30,2	30,6

**Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>**

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	–	–	–	13,9	15,9	15,7
2	–	–	+	17,5	16,5	16,4
3	+	–	–	19,2	18,5	20,4
4	+	–	+	19,1	22,1	21,1
5	–	+	–	18,2	20,7	19,5
6	–	+	+	15,8	14,5	15,9
7	+	+	–	18,1	18,8	17,7
8	+	+	+	14,9	14,4	14,9

**Проводження ДОДАТКУ Б****Варіант №7**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 180\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 40\text{ хв}$ ,  $X_3 = 25\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 15\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 10\text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 5\%$ .

**Результати проведення ПФЕ  $2^2$** 

№ досліджу	Фактори варіювання		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$			
1	25	11	40,8	40,9	40,0
2	35	6	37,2	37,4	37,5
3	35	11	35,0	35,2	35,1
4	25	6	51,2	51,3	51,6

**Результати проведення ПФЕ  $2^3$** 

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$	$X_3$			
1	+	+	+	30,1	29,8	30,9
2	-	-	-	37,4	37,9	38,1
3	+	+	-	31,5	31,9	30,8
4	+	-	-	32,4	32,8	33,1
5	+	-	+	33,5	34,3	34,9
6	-	+	+	34,6	34,9	35,2
7	-	-	+	35,7	36,1	35,5
8	-	+	-	36,4	35,8	36,1

**Варіант №8**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 30\%$ ,  $X_2 = 25\%$ ,  $X_3 = 10\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 6\%$ ,  $\lambda_2 = 7\%$ ,  $\lambda_3 = 2\%$ .

**Результати проведення ПФЕ  $2^2$** 

№ досліджу	Фактори варіювання		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$			
1	90	9	14,5	14,6	14,7
2	70	1	21,0	21,9	21,3
3	90	1	15,1	15,1	15,1
4	70	9	18,7	18,5	18,6

**Проводження ДОДАТКУ Б****Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>**

№ дослід	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	–	–	–	31,0	32,8	30,1
2	+	–	–	32,7	33,7	33,1
3	–	–	+	36,3	37,8	36,9
4	+	–	+	37,5	38,7	36,8
5	–	+	–	35,4	36,3	35,2
6	+	+	–	32,2	31,8	32,9
7	–	+	+	33,8	35,5	34,6
8	+	+	+	31,1	31,8	32,4

**Варіант №9**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

X<sub>1</sub> = 40%, X<sub>2</sub> = 15%, X<sub>3</sub> = 12%

та інтервалів варіювання λ<sub>1</sub> = 8%, λ<sub>2</sub> = 5 %, λ<sub>3</sub> = 4%.

**Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>**

№ дослід	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	39	12	100,5	100,6	100,5
2	39	6	95,0	95,0	95,0
3	25	12	84,6	84,3	84,2
4	25	6	76,2	76,1	76,3

**Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>**

№ дослід	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	–	–	–	131,0	117,1	132,8
2	+	–	–	136,7	144,5	141,7
3	–	+	–	177,3	174,4	185,8
4	+	+	–	188,5	176,8	191,4
5	–	–	+	167,4	162,7	178,3
6	+	–	+	127,2	134,7	121,2
7	–	+	+	148,2	154,6	162,2
8	+	+	+	120,1	133,2	126,1

**Проводження ДОДАТКУ Б****Варіант №10**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 225 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 15 \text{ хв}$ ,  $X_3 = 12,5\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 4 \text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 3,5\%$ .

**Результати проведення ПФЕ  $2^2$** 

№ дослідю	Фактори варіювання		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$			
1	16	10	21,4	20,5	20,3
2	25	5	40,3	40,1	40,3
3	25	10	60,2	60,1	59,7
4	16	5	17,4	17,5	17,8

**Результати проведення ПФЕ  $2^3$** 

№ дослідю	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$	$X_3$			
1	+	+	+	70,1	69,8	68,9
2	-	-	-	77,1	77,9	78,1
3	+	+	-	72,1	71,9	70,8
4	+	-	-	72,2	72,8	73,1
5	+	-	+	73,5	74,1	74,9
6	-	+	+	74,3	74,9	75,4
7	-	-	+	75,5	76,3	75,2
8	-	+	-	76,6	75,8	76,0

**Варіант №11**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 28\%$ ,  $X_2 = 30\%$ ,  $X_3 = 30\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 8\%$ ,  $\lambda_2 = 6\%$ ,  $\lambda_3 = 5\%$ .

**Результати проведення ПФЕ  $2^2$** 

№ дослідю	Фактори варіювання		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

**Проводження ДОДАТКУ Б****Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>**

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	93,0	92,8	90,1
2	+	-	-	92,7	93,7	94,5
3	-	-	+	96,3	97,8	98,4
4	+	-	+	97,5	98,4	101,8
5	-	+	-	94,4	96,3	95,7
6	+	+	-	93,2	91,2	92,7
7	-	+	+	93,8	95,2	94,6
8	+	+	+	93,1	91,6	92,2

**Варіант №12**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

X<sub>1</sub> = 30%, X<sub>2</sub> = 25%, X<sub>3</sub> = 10%

та інтервалів варіювання λ<sub>1</sub> = 6%, λ<sub>2</sub> = 7 %, λ<sub>3</sub> = 2%.

**Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>**

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	90	9	14,5	14,6	14,7
2	70	1	21,0	21,9	21,3
3	90	1	15,1	15,1	15,1
4	70	9	18,7	18,5	18,6

**Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>**

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	12,0	12,8	10,1
2	+	-	-	12,7	13,7	13,5
3	-	-	+	16,3	17,8	16,4
4	+	-	+	17,5	18,4	16,8
5	-	+	-	15,4	16,3	15,7
6	+	+	-	12,2	11,2	12,7
7	-	+	+	13,2	15,2	14,6
8	+	+	+	11,1	11,1	12,2

**Проводження ДОДАТКУ Б****Варіант №13**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 65 \text{ хв}$ ,  $X_3 = 25,5\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 5 \text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 4,5\%$ .

Результати проведення ПФЕ  $2^2$

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	16	10	21,4	20,5	20,3
2	25	5	40,3	40,1	40,3
3	25	10	60,2	60,1	59,7
4	16	5	17,4	17,5	17,8

Результати проведення ПФЕ  $2^3$

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	+	+	+	50,1	49,8	48,7
2	-	-	-	57,1	57,9	58,2
3	+	+	-	52,2	51,9	50,8
4	+	-	-	52,4	52,9	53,2
5	+	-	+	53,2	54,2	54,9
6	-	+	+	54,8	54,9	55,4
7	-	-	+	55,5	56,8	55,1
8	-	+	-	56,6	55,7	56,0

**Варіант №14**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 8\%$ ,  $X_2 = 14\%$ ,  $X_3 = 24\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 2\%$ ,  $\lambda_2 = 4\%$ ,  $\lambda_3 = 5\%$ .

Результати проведення ПФЕ  $2^2$

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ дослідю	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	46,4	47,2	45,2
2	-	+	-	49,6	47,6	48,1
3	-	-	+	52,4	51,6	51,9
4	-	+	+	53,6	52,8	51,4
5	+	-	-	51,8	51,1	50,6
6	+	+	-	46,4	47,2	47,9
7	+	-	+	50,8	48,1	48,9
8	+	+	+	46,0	46,3	47,7

**Варіант №15**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

X<sub>1</sub> = 245 °С, X<sub>2</sub> = 25 хв, X<sub>3</sub> = 12%

та інтервалів варіювання λ<sub>1</sub> = 15 °С, λ<sub>2</sub> = 5 хв, λ<sub>3</sub> = 3%.

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ дослідю	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ дослідю	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	+	+	+	49,8	50,1	48,3
2	-	-	-	57,9	57,1	58,5
3	+	+	-	51,9	52,4	50,7
4	+	-	-	52,9	52,2	53,2
5	+	-	+	54,2	53,1	54,9
6	-	+	+	54,9	54,2	55,4
7	-	-	+	56,8	54,5	55,1
8	-	+	-	55,7	56,6	54,0



**Проводження ДОДАТКУ Б****Варіант №16**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 35\%$ ,  $X_2 = 15\%$ ,  $X_3 = 12\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 10,5\%$ ,  $\lambda_2 = 8\%$ ,  $\lambda_3 = 3\%$ .

Результати проведення ПФЕ  $2^2$

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

Результати проведення ПФЕ  $2^3$

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	–	–	–	162,0	147,1	162,8
2	+	–	–	167,7	184,2	171,7
3	–	+	–	207,9	204,5	195,5
4	+	+	–	211,8	206,8	221,4
5	–	–	+	198,4	192,9	208,9
6	+	–	+	158,6	164,9	151,2
7	–	+	+	179,2	184,7	192,1
8	+	+	+	151,1	153,8	156,8

**Варіант №17**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 8\%$ ,  $X_2 = 14\%$ ,  $X_3 = 44\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 2\%$ ,  $\lambda_2 = 4\%$ ,  $\lambda_3 = 6\%$ .

Результати проведення ПФЕ  $2^2$

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	90	9	14,5	14,6	14,7
2	70	1	21,0	21,9	21,3
3	90	1	15,1	15,1	15,1
4	70	9	18,7	18,5	18,6

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ дослідю	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	–	–	–	42,2	41,9	40,2
2	+	–	–	42,6	43,6	43,6
3	–	–	+	46,5	47,7	46,9
4	+	–	+	47,8	48,6	46,8
5	–	+	–	46,2	46,8	45,7
6	+	+	–	42,4	41,4	42,8
7	–	+	+	43,4	45,8	44,9
8	+	+	+	41,3	41,1	42,7

**Варіант №18**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

X<sub>1</sub> = 45%, X<sub>2</sub> = 25%, X<sub>3</sub> = 10%

та інтервалів варіювання λ<sub>1</sub> = 5%, λ<sub>2</sub> = 4 %, λ<sub>3</sub> = 2,5%.

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ дослідю	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ дослідю	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	–	–	–	21,1	22,9	20,1
2	+	–	–	22,7	23,8	23,0
3	–	–	+	26,1	27,8	26,9
4	+	–	+	27,5	28,7	26,7
5	–	+	–	25,4	26,4	25,1
6	+	+	–	22,1	21,7	22,9
7	–	+	+	23,8	25,6	24,6
8	+	+	+	21,1	21,9	22,6

**Проводження ДОДАТКУ Б****Варіант №19**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 110\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 75\text{ хв}$ ,  $X_3 = 42\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 10\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 10\text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 8\%$ .

**Результати проведення ПФЕ  $2^2$** 

№ дослідю	Фактори варіювання		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

**Результати проведення ПФЕ  $2^3$** 

№ дослідю	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$	$X_3$			
1	+	+	+	49,8	50,3	48,2
2	-	-	-	57,9	56,9	58,5
3	+	+	-	51,9	52,2	50,8
4	+	-	-	52,9	52,4	53,5
5	+	-	+	54,1	53,1	54,9
6	-	+	+	55,1	54,2	55,4
7	-	-	+	56,8	54,2	55,1
8	-	+	-	55,7	56,8	54,2

**Варіант №20**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 150\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 15\text{ хв}$ ,  $X_3 = 22\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 10,5\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 4\text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 3\%$ .

**Результати проведення ПФЕ  $2^2$** 

№ дослідю	Фактори варіювання		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ дослідю	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	160,8	143,7	160,4
2	-	-	+	170,0	180,4	165,7
3	-	+	-	193,5	200,5	205,9
4	-	+	+	220,9	202,7	209,8
5	+	-	-	207,2	188,8	196,2
6	+	-	+	149,2	160,9	156,6
7	+	+	-	190,1	180,7	177,2
8	+	+	+	154,8	149,6	150,1

**Варіант №21**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

X<sub>1</sub> = 145 °С, X<sub>2</sub> = 23 хв, X<sub>3</sub> = 17%

та інтервалів варіювання λ<sub>1</sub> = 15 °С, λ<sub>2</sub> = 7 хв, λ<sub>3</sub> = 5%.

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ дослідю	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	16	10	21,4	20,5	20,3
2	25	5	40,3	40,1	40,3
3	25	10	60,2	60,1	59,7
4	16	5	17,4	17,5	17,8

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ дослідю	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	+	+	+	99,8	100,9	98,3
2	-	-	-	107,9	106,1	108,5
3	+	+	-	101,9	102,8	100,7
4	+	-	-	102,9	102,1	103,7
5	+	-	+	104,2	105,1	104,9
6	-	+	+	104,9	106,2	105,4
7	-	-	+	107,8	104,5	105,1
8	-	+	-	105,7	107,6	104,6

**Варіант №22**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 210\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 20\text{ хв}$ ,  $X_3 = 41\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 11,5\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 5\text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 6\%$ .

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	90	9	14,5	14,6	14,7
2	70	1	21,0	21,9	21,3
3	90	1	15,1	15,1	15,1
4	70	9	18,7	18,5	18,6

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	+	+	+	82,2	81,7	82,9
2	-	-	-	89,4	89,9	90,5
3	+	+	-	86,6	85,8	84,7
4	+	-	-	84,4	82,8	85,6
5	+	-	+	85,1	86,2	86,9
6	-	+	+	86,2	86,9	87,5
7	-	-	+	87,2	88,1	87,9
8	-	+	-	88,4	87,9	89,2

**Варіант №23**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 65\%$ ,  $X_2 = 15\%$ ,  $X_3 = 10\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 10\%$ ,  $\lambda_2 = 4,5\%$ ,  $\lambda_3 = 2\%$ .

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	90	9	16,8	16,9	16,5
2	90	7	14,1	14,5	14,2
3	70	9	13,2	13,8	13,7
4	70	7	12,1	12,0	12,3

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ дослід	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	20,1	22,9	21,5
2	+	-	-	23,0	21,8	22,7
3	-	-	+	26,9	27,8	28,1
4	+	-	+	26,8	28,7	27,3
5	-	+	-	25,0	26,6	25,4
6	+	+	-	22,9	21,3	22,1
7	-	+	+	24,2	25,8	23,8
8	+	+	+	22,6	20,9	21,1

## Варіант №24

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

X<sub>1</sub> = 100 °С, X<sub>2</sub> = 45 хв, X<sub>3</sub> = 29%

та інтервалів варіювання λ<sub>1</sub> = 7 °С λ<sub>2</sub> = 8 хв, λ<sub>3</sub> = 4%.

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ дослід	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ дослід	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	155,8	138,5	155,2
2	-	-	+	165,2	175,1	160,8
3	-	+	-	188,2	185,4	200,2
4	-	+	+	215,9	189,7	204,9
5	+	-	-	202,2	183,8	191,6
6	+	-	+	146,2	155,4	151,6
7	+	+	-	185,5	175,7	177,4
8	+	+	+	149,1	143,6	145,6

**Варіант №25**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 120 \text{ хв}$ ,  $X_3 = 45\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 15 \text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 5\%$ .

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	+	+	+	2,2	1,7	2,7
2	-	-	-	9,8	9,9	10,5
3	+	+	-	6,1	5,8	5,2
4	+	-	-	4,4	4,8	5,3
5	+	-	+	5,8	6,2	6,6
6	-	+	+	6,2	6,9	7,2
7	-	-	+	7,4	8,1	7,9
8	-	+	-	8,4	7,9	8,9

**Варіант №26**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 230 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 25 \text{ хв}$ ,  $X_3 = 35,5\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 4 \text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 5,5\%$ .

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	157,2	148,5	155,8
2	-	-	+	160,3	175,1	165,2
3	-	+	-	190,8	185,4	188,2
4	-	+	+	204,9	199,7	215,9
5	+	-	-	191,2	183,8	202,2
6	+	-	+	151,6	156,4	146,2
7	+	+	-	177,4	175,7	185,2
8	+	+	+	145,3	142,8	149,1

*Варіант №27*

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

X<sub>1</sub> = 15%, X<sub>2</sub> = 23,5%, X<sub>3</sub> = 17%

та інтервалів варіювання λ<sub>1</sub> = 3,5%, λ<sub>2</sub> = 3,5 %, λ<sub>3</sub> = 4,5%.

Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	20,1	22,8	21,5
2	+	-	-	23,0	21,8	22,5
3	-	-	+	26,9	27,8	28,0
4	+	-	+	26,8	28,7	27,3
5	-	+	-	25,1	26,6	25,4
6	+	+	-	22,9	21,3	22,0
7	-	+	+	24,5	25,9	23,8
8	+	+	+	22,8	20,9	21,5



**Проводження ДОДАТКУ Б****Варіант №28**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 45\text{ хв}$ ,  $X_3 = 29\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 7\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 8\text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 4\%$ .

**Результати проведення ПФЕ  $2^2$** 

№ досліджу	Фактори варіювання		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

**Результати проведення ПФЕ  $2^3$** 

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$	$X_3$			
1	–	–	–	155,6	138,5	155,4
2	–	–	+	165,2	175,1	160,1
3	–	+	–	188,2	185,8	200,1
4	–	+	+	215,9	187,7	204,8
5	+	–	–	202,4	173,8	191,2
6	+	–	+	144,2	155,4	151,6
7	+	+	–	185,5	175,7	172,4
8	+	+	+	149,1	144,64	145,6

**Варіант №29**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ  $2^2$  і ПФЕ  $2^3$

за використання нульового рівня факторів варіювання:

$X_1 = 205\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $X_2 = 33\text{ хв}$ ,  $X_3 = 27\%$

та інтервалів варіювання  $\lambda_1 = 5\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_2 = 6\text{ хв}$ ,  $\lambda_3 = 6\%$ .

**Результати проведення ПФЕ  $2^2$** 

№ досліджу	Фактори варіювання		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
	$X_1$	$X_2$			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

**Проводження ДОДАТКУ Б****Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>**

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	+	+	+	159,8	161,9	158,3
2	-	-	-	167,9	166,1	169,5
3	+	+	-	158,9	162,8	160,7
4	+	-	-	163,1	162,1	164,2
5	+	-	+	164,2	165,1	166,2
6	-	+	+	164,4	166,2	165,4
7	-	-	+	167,8	164,5	168,1
8	-	+	-	165,7	167,6	171,6

**Варіант №30**

Складіть матрицю «крутого сходження» за вказаними даними результатів ПФЕ 2<sup>2</sup> і ПФЕ 2<sup>3</sup>

за використання нульового рівня факторів варіювання:

X<sub>1</sub> = 8%, X<sub>2</sub> = 14%, X<sub>3</sub> = 44%

та інтервалів варіювання λ<sub>1</sub> = 2%, λ<sub>2</sub> = 4 %, λ<sub>3</sub> = 6%.

**Результати проведення ПФЕ 2<sup>2</sup>**

№ досліджу	Фактори варіювання		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>			
1	25	10	26,15	26,22	26,28
2	15	10	20,11	20,18	20,11
3	25	4	24,13	24,15	24,30
4	15	4	19,5	19,1	19,0

**Результати проведення ПФЕ 2<sup>3</sup>**

№ досліджу	Рівень фактора варіювання в кодованих величинах			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>			
1	-	-	-	82,7	81,9	80,5
2	+	-	-	82,6	83,6	84,4
3	-	-	+	85,7	87,7	86,9
4	+	-	+	87,4	88,6	86,3
5	-	+	-	86,2	86,9	85,2
6	+	+	-	82,1	81,4	82,9
7	-	+	+	83,2	85,8	84,9
8	+	+	+	81,3	80,1	82,7

## ЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЮ КОХРЕНА

Число дисперсій N	Число ступенів волі $f_1$ максимальної дисперсії							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2	0,999	0,975	0,939	0,906	0,877	0,853	0,833	0,816
3	0,967	0,871	0,798	0,746	0,707	0,677	0,653	0,633
4	0,907	0,768	0,684	0,629	0,590	0,560	0,637	0,518
5	0,841	0,684	0,598	0,544	0,507	0,478	0,456	0,439
6	0,781	0,616	0,532	0,480	0,445	0,418	0,398	0,382
7	0,727	0,561	0,480	0,431	0,397	0,373	0,354	0,338
8	0,680	0,516	0,438	0,391	0,360	0,336	0,319	0,304
9	0,639	0,478	0,403	0,358	0,329	0,307	0,290	0,277
10	0,602	0,445	0,373	0,331	0,303	0,282	0,267	0,254
12	0,541	0,392	0,326	0,288	0,262	0,244	0,230	0,219
15	0,471	0,335	0,276	0,242	0,220	0,203	0,191	0,182
20	0,389	0,271	0,221	0,192	0,174	0,160	0,150	0,142

## ЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЮ ФІШЕРА

Число ступенів волі відтворю- ваності $f_2$ (знаменник)	Число ступенів волі адекватності (чисельник)									
	1	2	3	4	5	6	8	12	24	>24
3	10,7	9,6	9,3	9,1	9,0	8,9	8,8	8,7	8,6	8,5
4	7,7	6,9	6,6	6,4	6,3	6,2	6,0	5,9	5,8	5,6
5	6,6	5,8	5,4	5,2	5,1	5,0	4,8	4,7	4,5	4,4
6	6,0	5,1	4,8	4,5	4,4	4,3	4,1	4,0	3,8	3,7
7	5,6	4,7	4,4	4,1	4,0	3,9	3,7	3,6	3,4	3,2
8	5,3	4,5	4,1	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3	3,1	2,9
9	5,1	4,3	4,0	3,6	3,5	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7
10	5,0	4,1	3,7	3,5	3,3	3,2	3,1	2,9	2,7	2,5
12	4,8	3,9	3,5	3,3	3,1	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3
14	4,6	3,7	3,3	3,1	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1
16	4,5	3,6	3,2	3,0	2,9	2,7	2,6	2,4	2,2	2,0
18	4,4	3,6	3,2	2,9	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9
20	4,4	3,5	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,3	2,1	1,7
25	4,3	3,4	3,0	2,8	2,6	2,5	2,4	2,2	2,0	1,7
30	4,2	3,3	2,9	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1	1,9	1,6
35	4,1	3,3	2,9	2,6	2,5	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5
40	4,1	3,2	2,8	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	1,8	1,5
50	4,0	3,2	2,8	2,6	2,4	2,3	2,1	1,9	1,7	1,4
60	4,0	3,1	2,8	2,5	2,4	2,2	2,1	1,9	1,7	1,4
88	4,0	3,1	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,6	1,3
100	3,9	3,1	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,3
> 100	3,0	3,0	2,6	2,4	2,2	1,9	1,9	1,7	1,5	1,3

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Позднякова-П'ятницька, І.С. Основи наукових досліджень у вищій школі: Навчальний посібник [Текст]. – Київ, 2004. – 116 с.
2. Єріна, А.М. Методологія наукових досліджень Навчальний посібник [Текст] / А.М. Єріна, В.Б. Захожай, Д.Л. Єрін. – Київ, 2004. – 112 с.
3. Основи наукових досліджень і технічної творчості: Збірник опорних конспектів лекцій для студентів інженерно-технологічного факультету з професійно-освітнього рівня бакалавр за професійним спрямуванням 6.0917 «Харчова технологія та інженерія» [Текст] / Г.М. Лисюк, О.М. Сафонова, О.В. Неміріч. – Харків: ХДУХТ, 2002. – 33 с.
4. Лисюк, Г.М. Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Основи наукових досліджень і технічної творчості» для студентів інженерно-технологічного факультету з професійно-освітнього рівня бакалавр за професійним спрямуванням 6.0917 «Харчова технологія та інженерія» [Текст] / Г.М. Лисюк, О.В. Неміріч. – Харків: ХДУХТ, 2002. – 87 с.
5. Лисюк, Г.М. Робочий зошит для виконання лабораторного практикуму з дисципліни «Основи наукових досліджень і технічної творчості» з використанням комп'ютерної обробки результатів досліджень для студентів рівня підготовки бакалавра за професійним спрямуванням 6.0917 «Харчова технологія та інженерія» (видання друге, перероблене) [Текст] / Г.М. Лисюк, І.М. Фоміна, О.М. Сафонова, І.Г. Сибірякова, О.М. Постнова, Д.О. Торяник, О.В. Неміріч. – Харків: ХДУХТ, 2002. – 87 с.

**ЗМІСТ**

ВСТУП	3
ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ	4
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ	5
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ	7
ДОДАТОК А	13
ДОДАТОК Б	15
ДОДАТОК В	35
ДОДАТОК Г	36
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	37

У К Л А Д А Ч І :

ЛИСЮК ГАЛИНА МИХАЙЛІВНА  
НЄМІРІЧ ОЛЕКСАНДРА ВОЛОДИМИРІВНА  
ШИДАКОВА-КАМЕНЮКА ОЛЕНА ГАЙДАРІВНА

## **Основи наукових досліджень і технічної творчості”**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання розрахункової роботи для студентів рівня  
бакалавр напряму підготовки  
6.051701 “Харчові технології та інженерія”**

Редактор О.І. Новохацька

Коректор О.В. Плужник

Підп. до друку .04. Формат 60 × 84. 1 / 16. Папір газет. Друк офсет.

Умов. друк. арк. 0,8. Обл.-вид. арк. 0,7. Ум. фарб. - відб. 0,7. Тираж 50 прим. Зам.

---

Харківський державний університет харчування та торгівлі  
61051, Харків - 51, вул. Клочківська, 333.

---

ДОД ХДУХТ. Харків - 51, вул. Клочківська, 333.