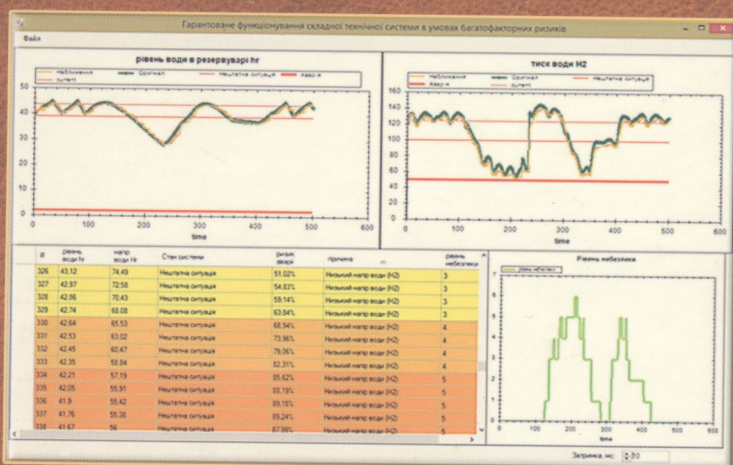


303.4(045.8)  
П16

Н.Д. ПАНКРАТОВА

# СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

## ТЕОРІЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ



ПІДРУЧНИК

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Н.Д. ПАНКРАТОВА

# **СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ**

---

**ТЕОРІЯ  
ТА ЗАСТОСУВАННЯ**

---

ПІДРУЧНИК

КИЇВ НАУКОВА ДУМКА 2018

Наведено основні поняття, принципи системного аналізу, моделі, підходи, методи та алгоритми розв'язування задач функціонування фізичних, технічних, технологічних, економічних і соціальних процесів для прийняття рішень щодо подальшого розвитку і поведінки об'єкта з урахуванням багатьох конфліктних критеріїв і цілей, наявності факторів ризику, неповноти і недостовірності інформації. Застосування наведеного матеріалу з системного аналізу дасть змогу навчити студентів системному мисленню при постановці та формулізації міждисциплінарних задач, прищепити їм навички творчого використання структурно взаємозалежних і функціонально взаємодіючих евристичних процедур, методичних прийомів і методів, алгоритмічних програмних і обчислювальних засобів для розв'язування практичних системних задач.

Для фахівців з прийняття рішень у різних сферах практичної діяльності та студентів відповідних спеціальностей, а також для всіх бажаючих ознайомитися з новими моделями та методами розв'язування міждисциплінарних задач та їх застосуванням.

The book presents the basic concepts, definitions, principles models, approaches, methods and algorithms for solving the problems related to functioning of technical, economic and social systems for making decisions on the further development and behavior of an object, taking into account many conflicting criteria and objectives, the presence of risk factors, incompleteness and unreliable information.

The application of the given material for system analysis will allow to teach students the system thinking while formulating and formalizing interdisciplinary tasks, to imprint the skills of creative use of structurally interrelated and functionally interacting heuristic procedures, methodological techniques and methods, algorithmic software and computing tools for solving practical system tasks.

For decision-makers in various areas of practical activity and students of relevant specialties. The book is also useful to all those who wish to get acquainted with new models and methods for solving interdisciplinary problems of system analysis and their application.

Р е ц е н з е н т и:

академік НАН України В.М. Кунцевич,  
доктор фізико-математичних наук, професор О.Г. Наконечний

*Затверджено до друку вченою радою  
НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
(протокол № 2 від 12.02.18)*

Науково-видавничий відділ фізико-математичної та технічної літератури

Редактор *В.В. Вероцька*

# ПЕРЕДМОВА

---

Необхідність засвоєння теорії та практики розв'язування задач системного аналізу зумовлена невпинно зростаючими потребами розв'язування складних міждисциплінарних задач для різних цілей і призначень. Ці потреби визначає не лише стрімкий розвиток світової глобалізації, високі темпи удосконалення науки і техніки, розвитку інноваційних та інших технологій різного призначення, а й умови постійного зростання загроз екологічних, техногенних, природних та інших катастроф. Тому актуальною і практично необхідною є підготовка фахівців, які володіють апаратом розв'язування складних системних задач з розкриття невизначеності різної природи, з відтворення функціональних залежностей у адитивній та мультиплікативній формах, зокрема задачі протидії коаліцій з урахуванням факторів ризику, а також раціонального вибору параметрів складних систем, урахування якісного інформаційного аналізу, гарантованого функціонування складних технічних систем (СТС) в умовах багатofакторних ризиків у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей.

Варто зазначити, що ефективність і достовірність отримання практичних результатів переважно залежать від здатності системного дослідника своєчасно оволодіти і раціонально використовувати можливості методології системного аналізу.

Навчальний посібник складається з 8 розділів. У кожному розділі наведено приклади розв'язування розглядуваних задач, обчислювальні алгоритми, завдання та варіанти для самостійної роботи.

У розділі 1 сформульовано задачі розкриття невизначеностей цілей, ситуацій і конфліктів. Для знаходження раціонального компромісу цілей наведено два основні підходи: перший базується на ідеї, запропонованої Парето, а другий — на зведенні багатоцільової задачі до типової задачі з одним критерієм. Наведено поняття раціонального компромісу Парето. Викладено методи і прийоми знаходження множини Парето, розкриття невизначеності цілей, невизначеності дії партнера або супротивника.

Розділ 2 присвячено пошуку раціонального компромісу в задачах розкриття концептуальної невизначеності. Наведено поняття раціонального компромісу за умов концептуальної невизначеності. Запропоновано підхід до відновлення функціональних залежностей за дискретно заданими вибірками в адитивній формі у задачах розкриття концептуальної невизначеності. Ця задача відрізняється від типової задачі відновлення функціональної залежності принциповою складністю, що зумовлено різномірністю не лише вихідної інформації, а й властивостей розглянутих груп факторів. Для подолання трансобчислювальної складності запропоновано формувати функції наближення у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей, кожна з яких зводиться до чебишевської задачі наближення.

У розділі 3 наведено відновлення функціональних залежностей у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей у класі мультиплікативних функцій.

Формувати функціональні залежності у класі адитивних функцій і зображувати їх у вигляді суперпозиції функцій від змінних доцільно, коли компоненти векторів незалежні. Однак у деяких практичних задачах такий підхід є неприйнятним, оскільки невідомо, залежними чи незалежними є компоненти векторів. Найскладніший випа-



док — коли компоненти векторів є залежними. За цієї умови формування структури наближувальних функцій у класі адитивних функцій призведе до великих відхилень отриманих залежностей від реальних багатofакторних закономірностей, оскільки не буде враховано взаємні впливи компонентів векторів на властивості наближувальних функцій. Тому, формуючи структуру моделей, пропонується враховувати вплив на властивості шуканих функцій не лише групи компонент кожного вектора, а й взаємні впливи компонент різних векторів. Для виявлення багатofакторних закономірностей у такому випадку запропоновано сформувати ієрархічну багаторівневу систему моделей у класі мультиплікативних функцій.

**У розділі 4** розглянуто проблеми розкриття системних невизначеностей у задачах взаємодії та протидії коаліцій. Викладено основні поняття, прийоми та принципи системного аналізу активної взаємодії партнерів, протидії суб'єктів-конкурентів. Наведено математичне формулювання задач у випадках активної взаємодії партнерів і протидії конкурентів у коаліціях, задачі розкриття невизначеності системної взаємодії та протидії коаліцій з урахуванням різних груп факторів ризику. Запропоновано процедури формалізації цілей і стратегії взаємодії та протидії коаліцій.

**Розділ 5** присвячено задачі раціонального вибору параметрів складних систем на основі узгодження внутрішніх та зовнішніх параметрів. Наведено підхід до системного узгодження суперечливих цілей у задачах пошуку раціональних компромісів. Викладено методи і прийоми формування множини Парето за умов концептуальної невизначеності. Розв'язано практичні задачі на основі методології відновлення функціональних закономірностей і формування множини Парето за умов концептуальної невизначеності.

**Розділ 6** присвячено розв'язуванню задач інформаційного забезпечення практичних задач системного аналізу. Показано, що для цього класу задач недостатньо тільки кількісного опису інформації, прийнятого в теорії інформації та суміжних дисциплінах. Обґрунтовано, що за реальних умов наявності невизначеностей і ризиків є практична необхідність опису та оцінювання якісних характеристик інформації під час формалізації практичних задач системного аналізу. Введено поняття, означення і формалізації якісних показників інформованості особи, що приймає рішення: повноти, достовірності та своєчасності. Запропоновано метод розв'язування задачі класифікації та розпізнавання ситуацій за інтегральним показником і за частковими показниками інформованості особи, що приймає рішення (ОПР). Вивчено задачі розпізнавання ситуації за умов нечіткості інформації та зміни показників інформованості. Продемонстровано розв'язування задачі розпізнавання та запобігання критичним і катастрофічним ситуаціям у разі зміни характеристик інформованості ОПР.

**У розділі 7** розглянуто питання гарантованого функціонування СТС в умовах багатofакторних ризиків. Викладено основні поняття, прийоми та принципи системного аналізу багатofакторних ризиків за умов невизначеності. Розглянуто підхід до формування концептуальних основ методології системного аналізу і прогнозування ризиків для задач управління безпекою складних технічних систем. Запропоновано новий принцип своєчасного виявлення та усунення причин можливого переходу об'єкта з працездатного стану в непрацездатний на основі системного аналізу багатofакторних ризиків нештатних ситуацій, достовірного оцінювання ресурсів допустимого ризику різних режимів функціонування складного технічного об'єкта і прогнозування головних показників живучості об'єкта упродовж заданого терміну його експлуатації.

**У розділі 8** запропоновано підхід до розв'язання багатокритеріальних задач структурної оптимізації сучасних конструктивних елементів складних об'єктів різної природи. Він ґрунтується на раціональному виборі ієрархічної структури складної конструкції в сенсі раціонального розподілу вимог до функціональних конструктивних елементів кожного ієрархічного рівня і раціонального компромісу суперечливих вимог до техніко-економічної ефективності конструкції.

## РОЗКРИТТЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ У ЗАДАЧАХ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

*Невизначеність* — типова властивість практичних задач системного аналізу. Це зумовлено різноманітністю цілей, властивостей і особливостей об'єктів системного аналізу. Прикладні задачі, які не містять невизначеностей, є скоріше винятком, ніж правилом. Адекватний опис проблеми зазвичай містить різного типу невизначеності, що відображує той природний стан, у якому перебуває дослідник. Будь-яке його знання завжди є відносно неповним і неточним. Це безпосередньо впливає з теореми Геделя про неповноту та еволюцію розвитку людського пізнання. Якби все було відомо достовірно, повно і точно про процеси, фактори та еволюцію Всесвіту, то припинився б розвиток цивілізації.

На практиці найпоширенішими є невизначеності цілей, ситуацій, конфліктів. У короткому змістовному формулюванні суть цих невизначеностей зводиться до такого.

*Невизначеність цілей* — це невизначеність вибору і досягнення цілей у багатокритеріальних задачах прийняття рішень.

*Невизначеність знань про можливі ситуації* — це невизначеність впливу неконтрольованих факторів на процеси практичної діяльності (ситуаційна невизначеність).

*Невизначеність конфліктів* — це невизначеність вибору цілей задумів і планів у процесі взаємодії партнерів або протидії конкурентів чи супротивників (інформаційна невизначеність конфліктів).

### 1.1. ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ РОЗКРИТТЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ЦІЛЕЙ

У загальному випадку під час дослідження об'єкта виникає потреба в узгодженні його цілей [1—3]. При цьому для одних цілей оптимальні розв'язки відповідають мінімальному значенню відповідного критерію, а для інших — максимальному. Але деякою заміною змінних ці задачі легко звести до єдиного типу критеріїв й одного типу задач оптимізації. Їх можна розглядати як задачу багатокритеріальної оптимізації:

$$f_1(\bar{x}) \rightarrow \max_{\bar{x} \in D}, f_2(\bar{x}) \rightarrow \max_{\bar{x} \in D}, \dots, f_m(\bar{x}) \rightarrow \max_{\bar{x} \in D}. \quad (1.1)$$

Оскільки функції  $f_k(\bar{x})$ ,  $k = 1, 2, \dots, m$  різні за природою, то максимального значення кожна функція досягає для свого значення  $x$ , і майже неможливо (окрім випадку, коли глобальні максимуми функцій збігаються) знайти

таке значення  $x^0$ , за якого умови (1.1) виконуються одночасно для всіх функцій. Звідси випливає задача знаходження такого значення  $x^0$ , за якого забезпечуватиметься раціональний компроміс заданих цілей.

Для знаходження раціонального компромісу розроблено два основні підходи:

1. *Суть першого підходу* — виключити з аналізу заздалегідь неприйнятні варіанти.

2. *Суть другого підходу* — знайти способи зведення багатоцільової задачі до типової задачі з одним критерієм.

### 1.1.1. Розкриття невизначеності цілей на підставі принципу Парето

В основі першого підходу лежить ідея, запропонована Парето: скоротити множину вихідних варіантів, вилучивши з неформального аналізу заздалегідь непридатні варіанти [13]. Цю ідею можна реалізувати так.

Припустимо, що вибрано вектор  $\bar{x}$ , позначимо його як  $\bar{x}^* \in D$ . Робимо тепер інший вибір  $\tilde{x}$  такий, що для всіх цільових функцій

$$f_j(\tilde{x}) \geq f_j(\bar{x}^*), \quad j = \overline{1, m}, \quad (1.2)$$

причому хоча б одна з нерівностей є строгою. Очевидно, що вибір  $\tilde{x}$  кращий за  $\bar{x}^*$  у сенсі величини значень цільових функцій. Тому всі вектори зі значенням  $\bar{x}^*$ , для яких виконується умова (1.2), слід вилучити з цього аналізу. Піддавати неформальному аналізу, зіставляти між собою, треба ті вектори  $\bar{x}^*$ , для яких не існує такого значення  $\tilde{x}$ , тобто нерівність (1.2) не виконується хоча б за однією цільовою функцією.

Множину всіх таких значень  $\bar{x}^*$ , для яких неможливо підібрати  $\tilde{x}$  з умови (1.2), називають *множиною Парето*, а вектор  $\bar{x}^*$  — *неполіпшуваним вектором результатів (вектором Парето)*.

Розглянемо докладніше підхід до знаходження множини Парето (рис. 1.1). Множина  $f$  цільових функцій  $f_j(\bar{x})$ , заданих на множині  $D$ , де

$$f = \{f_j(\bar{x}) \mid j = \overline{1, m}; \bar{x} \in D\};$$

$$D = \{\bar{x} \mid x^- \leq \bar{x} \leq x^+\},$$

відома.

Знайдемо таку множину  $\Gamma$  значень  $\bar{x}^* \in D$ , що поділяє вихідну множину  $D$  на дві множини:  $\Pi$  і  $\bar{D}$ , де

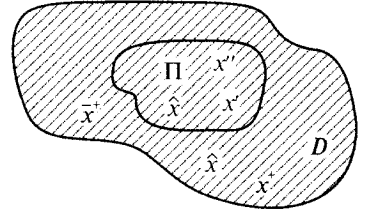
$$\Pi \cup \bar{D} = D; \quad \Pi \cap \bar{D} = 0. \quad (1.3)$$

Множина  $\Pi$  складається з таких значень  $\bar{x}_k \in D$ , для яких для всіх  $j = \overline{1, m}$  виконується умова

$$f_j(\bar{x}_k) \geq f_j(\bar{x}^*) = f_j^*. \quad (1.4)$$

## 1.1. Задачі та методи розкриття невизначеності цілей

**Рис. 1.1.** Ілюстрація підходу до знаходження множини Парето ( $D$  — вихідна множина;  $\Pi$  — множина Парето)



Множину  $\Pi$  визначає співвідношення

$$\Pi = \left\{ \bar{x} \mid \bar{x} = \bar{x}_{k_1}; \bar{x}_{k_1} \in D; f_j(\bar{x}_{k_1}) \geq f_j(\bar{x}^*); j = \overline{1, m} \right\}.$$

Множина  $\bar{D}$  складається з таких  $\bar{x}_{k_2} \in D$ ,

для яких хоча б для однієї функції  $f_j(\bar{x}_{k_2})$  виконується умова  $f_j(\bar{x}_{k_2}) > f_j(\bar{x}^*)$ .

Множина  $\bar{D}$  описується наступним чином:

$$\bar{D} = \left\{ \bar{x} \mid \bar{x} = \bar{x}_{k_2}; \bar{x}_{k_2} \in \bar{D}; f_j(\bar{x}_{k_2}) < f_j(\bar{x}^*); j = \overline{1, m} \right\}.$$

Вектор  $\bar{x}^* \in D$  — неполіпшуваний вектор результатів для множини  $f$ , а множина  $\Pi$ , що задовольняє умову (1.4) — множина Парето.

Завдяки умові (1.4) множина  $\Gamma$  — межа множини Парето і належить до неї. Згідно з формулою (1.3) маємо  $\bar{D} = D \setminus \Pi$ . Тому всі варіанти розв'язків, що належать  $\bar{D}$ , вилучають з розгляду.

Згідно з принципом Парето раціональний розв'язок багатокритеріальної задачі (раціональний компроміс у багатоцільовій задачі) необхідно шукати серед  $x$ , що належать множині Парето. Принцип Парето не дає змогу виділити один-єдиний розв'язок, а сприяє звуженню множини можливих альтернативних розв'язків. Але питання про те, який розв'язок є оптимальним, залишається відкритим.

Побудова множини Парето дає змогу отримати додаткову інформацію, що сприяє якісній оцінці під час зіставлення різних варіантів. Який з цих варіантів кращий — визначає особа, що приймає рішення (ОПР).

### 1.1.2. Метод технічних обмежень

Деякі методи розкриття невизначеностей цілей ґрунтуються на використанні апріорної інформації про задані цілі. Наприклад, у задачах проектування і планування часто задають певні нормативні обмеження зверху (загальна вартість, допустимі габарити, вага тощо) або обмеження знизу деяких технічних характеристик і показників (наприклад, показників надійності, міцності, довговічності тощо). Як обмеження зверху, так і обмеження знизу можна звести до однієї з форм. Нехай задано обмеження

$$\begin{cases} f_i(x) \geq f_i^*(x), & i = \overline{1, m_0}, \\ f_i(x) \leq f_i^*(x), & i = \overline{(m_0 + 1), m}. \end{cases} \quad (1.5)$$

Для спрощення розв'язок задачі (1.5) можна записати, виходячи тільки з одного виду обмежень: обмеження зверху або обмеження знизу. Наприклад, обмеження зверху:



$$\begin{cases} -f_i(x) \leq -f_i^*, & i = \overline{1, m_0}, \\ f_i(x) \leq f_i^*, & i = \overline{(m_0 + 1), m}, \end{cases}$$

або обмеження знизу:

$$\begin{cases} f_i(x) \geq f_i^*, & i = \overline{1, m_0}, \\ -f_i(x) \geq -f_i^*, & i = \overline{(m_0 + 1), m}. \end{cases}$$

Припустимо, що апріорно (наприклад, у ТЗ) на цільові функції введено обмеження вигляду

$$f_i(x) \leq f_i^*, \quad i = \overline{1, m}, \quad (1.6)$$

або

$$f_i(x) \geq f_i^*, \quad i = \overline{1, m}. \quad (1.7)$$

За цих обмежень потрібно забезпечити

$$f_i(x) \rightarrow \max, \quad i = \overline{1, m}. \quad (1.8)$$

Для такої постановки можливі різні варіанти розкриття невизначеностей цільей завдяки зведенню багаточільової задачі до стандартної одноцільової.

**Варіант 1.** Введемо для кожного значення  $x$  функцію

$$F_1(x) = \min_{i \in \{1, m\}} \frac{f_i(x)}{f_i^*} \quad (1.9)$$

і будемо шукати такі значення  $x^0$ , що задовольняють умову  $F_1(x^0) = \max_{x \in D} F_1(x)$ .

Тут  $D$  — допустима багатовимірна область зміни вектора  $x$ , яка задана, наприклад, за допомогою конструктивних або технологічних обмежень. За такого формулювання задачі гарантовано, що у найгіршому випадку, який відповідає  $\min_{i \in \{1, m\}} f_i(x)/f_i^*$ , буде забезпечено максимальне значення  $F_1(x)$ . Така

задача забезпечення є **максимінною задачею оптимізації**.

**Варіант 2.** Введемо для кожного значення  $x$  функцію

$$F_2(x) = \max_{i \in \{1, m\}} \frac{f_i(x)}{f_i^*} \quad (1.10)$$

і будемо шукати такі значення  $x^0$ , за яких функція  $F_2(x)$  матиме мінімальне значення:

$$F_2(x^0) = \min_{x \in D} F_2(x). \quad (1.11)$$

За такого формулювання задачі гарантується, що її розв'язок у найгіршому випадку, який відповідає максимально можливому відхиленню  $f_i(x)/f_i^*$ , забезпечить мінімальне значення  $F_2(x)$ . Ця задача забезпечення є **мінімаксною задачею оптимізації**.

## 1.2. Розкриття невизначеності дії партнера або супротивника

Відмінність варіантів 1 і 2 полягає в тому, що вони стосуються різних умов оптимальності. Варіант 1 забезпечує максимально можливе відхилення серед усіх  $f_i(x)$  від їх заданих значень  $f_i^*$ , оскільки воно забезпечене для найгіршого випадку, що характеризується співвідношенням

$$F_1(x^0) = \max_{x \in D} \min_{i \in \{1, m\}} \frac{f_i(x)}{f_i^*}. \quad (1.12)$$

Варіант 2 є оберненою задачею — задачею забезпечення мінімально можливого відхилення всіх  $f_i(x)$  від заданих значень  $f_i^*$ . Такого відхилення досягають для найгіршого випадку за умови

$$F_2(x^0) = \min_{x \in D} \max_{i \in \{1, m\}} \frac{f_i(x)}{f_i^*}. \quad (1.13)$$

Зауважимо, що звуження множини Парето здійснюється за допомогою принципів *максиміна* або *мінімакса*, чи при їх одночасному використанні (при звуженні інтервалу з двох сторін).

## 1.2. РОЗКРИТТЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ДІЇ ПАРТНЕРА АБО СУПРОТИВНИКА

Цей тип невизначеності властивий для активної практичної діяльності людей у процесі розроблення і здійснення ними стратегій досягнення певних цілей. Його характеризує інформаційна невизначеність, що виникає в ході активних дій або протидій учасників і повністю не контролюється. До цього виду невизначеності призводять стратегії, в яких взаємодіють два чи більше партнерів у певній сфері діяльності або протидіють конкуренти чи супротивники. Прикладами таких задач є задачі виробничого планування й прогнозування діяльності фірм з урахуванням дії партнерів або протидії конкурентів; задачі національної безпеки за умов конфлікту різних цілей та інтересів; задачі планування заходів і дій щодо запобігання нелегальній міграції; задачі забезпечення військової та економічної безпеки тощо.

### 1.2.1. Задача взаємодії двох партнерів

Нехай ми розглядаємо деякий абстрактний ринок, на якому взаємодіють два суб'єкти, причому їхні відносини не є такими, що протидіють одне одному. Кожний із суб'єктів має свою цільову функцію:

$f_1(x_1, x_2)$  — цільова функція першого суб'єкта, а  $x_1$  — параметри, якими керує перший суб'єкт;

$f_2(x_1, x_2)$  — цільова функція другого суб'єкта, а  $x_2$  — параметри, якими керує другий суб'єкт.

При цьому передбачається, що між суб'єктами відбувається обмін інформацією тільки про обсяги виробництва та інші показники, які характеризуються векторами  $x_1$  і  $x_2$ , але при цьому не повідомляються функції цілі.

Принцип гарантованого результату полягає в тому, що буде знайдено найкращий розв'язок для найгіршого випадку.

Суб'єкт 1 вибирає свої параметри  $x_1$  та передає їх суб'єкту 2. Той, маючи інформацію про значення параметрів  $x_1$ , вибирає для себе таку стратегію, що буде максимізувати його цільову функцію, і передає обрані їм значення параметрів  $x_2$  суб'єкту 1. Той, у свою чергу, коригує свої параметри, максимізуючи свою функцію корисності. При такому підході з'являється гарантія того, що навіть при виборі другим суб'єктом таких параметрів, які призводять до мінімізації цільової функції першого суб'єкта, суб'єкт 1 має шанс підібрати свої параметри таким чином, щоб одержати найкращий результат.

### 1.2.2. Задача протидії двох суб'єктів

У задачі протидії можна виділити кілька *принципових особливостей*:

1. Сторони не тільки не повідомляють один одному про будь-які свої дії, а й свідомо вносять дезінформацію як про свої цілі, так і про ситуації.
2. Ситуації залежать не тільки від природних умов, а й від дій сторін.
3. Дії сторін приводять до змін параметрів і цілей.
4. Цілі сторін є протилежними.

Кожен учасник має свою функцію цілі вигляду  $f_{ij}(x_i, x_j)$ .

*Розв'язування проводиться у двох напрямках.*

1. Орієнтування на гарантований результат у найгіршому випадку.
2. Орієнтування на найбільш імовірний варіант поведінки сторони, що протидіє, та забезпечення найкращого для себе результату за цих умов.

У першому випадку кожний суб'єкт прагне забезпечити собі певні гарантовані результати за найгірших умов, що створені активною протидією конкурента чи супротивника. Для досягнення гарантованого результату кожен суб'єкт виходить із таких умов: супротивник вибрав для себе такі параметри дії, що завдають стороні, що протидіє, найбільших збитків; з огляду на першу умову супротивник вибирає такі параметри власної діяльності, щоб у найгіршій ситуації мати максимально можливі для себе значення цільової функції.

У такому разі гарантований результат  $f_1^*$  для першого суб'єкта виражатиме співвідношення

$$f_1^* = \max_{x_1} \min_{x_2} f_1(x_1, x_2), \quad (1.14)$$

а для другого суб'єкта —

$$f_2^* = \max_{x_2} \min_{x_1} f_2(x_1, x_2). \quad (1.15)$$

Пошук гарантованого результату може здійснюватись трьома основними методами: табличним (пошук *maxmin* і *minmax*), класичним (дослідження функцій на екстремум) та графічним (дослідження графіків цільових функцій).

### 1.3. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ РОЗКРИТТЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ЦІЛЕЙ ТА ПРОТИДІЇ ДВОХ СУБ'ЄКТІВ

#### 1.3.1. Постановка задач розкриття невизначеності цілей та протидії двох суб'єктів

*Задача розкриття невизначеності цілей.* Згадаємо, що під час дослідження об'єкта в цілому виникає потреба в узгодженні його цілей. При цьому для одних цілей оптимальні розв'язки відповідають мінімальному значенню відповідного критерію, а для інших — максимальному. Але деякою заміною змінних ці задачі легко звести до єдиного типу критеріїв й одного типу задач оптимізації. Їх можна розглядати як задачу багатокритеріальної максимізації.

Тобто в загальному випадку задано  $m$  цільових функцій  $f_1(\bar{x}), \dots, f_m(\bar{x})$ , що визначені на множині  $D$ . Ї задачу можна розглядати у вигляді (1.1):

$$f_1(\bar{x}) \rightarrow \max_{\bar{x} \in D}, f_2(\bar{x}) \rightarrow \max_{\bar{x} \in D}, \dots, f_m(\bar{x}) \rightarrow \max_{\bar{x} \in D}.$$

Оскільки функції  $f_k(\bar{x})$ ,  $k = 1, 2, \dots, m$  різні за природою, то максимального значення кожна функція досягає для свого значення  $x$ . Звідси випливає задача знаходження такого значення  $x^0$ , за якого забезпечуватиметься *раціональний компроміс заданих цілей*.

Також варто пам'ятати, що в задачі може надаватися апріорна інформація про задані цілі у вигляді певних порогових обмежень.

Перейдемо до конкретизації суті завдання.

*Задано:*

- ◆ Аналітичні залежності цільових функцій  $f_1(\bar{x}), \dots, f_m(\bar{x})$ .
- ◆ Порогові обмеження цільових функцій  $f_1^*, \dots, f_m^*$ .
- ◆ Допустима множина  $D$ .

*Потрібно:*

◆ Знайти множину Парето у заданій допустимій множині і визначити умови раціонального компромісу для заданих у варіанті цільових функцій, враховуючи порогові обмеження.

◆ Звузити множину Парето, використовуючи прийом технічних обмежень — виконати *мінімаксу* та *максимінну* оптимізацію на множині Парето.

◆ Зробити письмовий звіт про виконану роботу.

◆ Знайти і навести наявну літературу з даного питання, зробити огляд.

*Задача розкриття невизначеності протидії двох суб'єктів.* Нагадаємо, що цей тип невизначеності властивий для активної практичної діяльності людей у процесі розроблення і здійснення ними стратегій досягнення певних цілей. Його характеризує інформаційна невизначеність, що виникає в ході активних дій або протидій учасників і повністю не контролюється.

Прикладами таких задач є задачі виробничого планування й прогнозування діяльності фірм з урахуванням дії партнерів або протидії конкурентів; задачі національної безпеки за умов конфлікту різних цілей та інтересів; задачі планування заходів і дій щодо запобігання нелегальній міграції; задачі забезпечення військової та економічної безпеки тощо.



Нехай ми розглядаємо деякий абстрактний ринок, на якому взаємодіють два суб'єкти, причому їхні відносини є такими, що протидіють одне одному.

Кожний із суб'єктів має свою цільову функцію. Також для обох суб'єктів задані області визначення їх стратегій.

Для того щоб розв'язати задачу розкриття невизначеності протидії двох суб'єктів, потрібно знайти оптимальні розв'язки для протидіючих суб'єктів.

Перейдемо до конкретизації суті завдання.

*Задано:*

♦  $f_{12}(x_1, x_2)$  — цільова функція першого суб'єкта,  $x_1 \in I_1$  — область визначення стратегії першого суб'єкта.

♦  $f_{21}(x_1, x_2)$  — цільова функція другого суб'єкта,  $x_2 \in I_2$  — область визначення стратегії другого суб'єкта.

*Потрібно:*

♦ Визначити гарантований результат кожного гравця табличним методом (крок сітки задано); класичним методом, якщо це можливо; графічним методом (розбивати на інтервали одиничної довжини).

♦ Знайти множину Парето з умови:  $f_{12}(x_1, x_2) \geq f_{12}^*$ ,  $f_{21}(x_2, x_1) \geq f_{21}^*$ , де значення  $f_{12}^* = \max_{x_1} \min_{x_2} f_{12}$ ,  $f_{21}^* = \max_{x_2} \min_{x_1} f_{21}$  обчислені в попередньому пункті табличним методом.

♦ Визначити оптимальні значення  $x_1^*$  і  $x_2^*$ , за яких  $\Delta = \min_{x_1, x_2} \max_i \Delta_i$ , де  $\Delta_i = |f_i(x_1, x_2) - f_i^*|$ . При цьому перебір виконувати по вузлах сітки, яка використовується в табличному методі.

### 1.3.2. Задача розкриття невизначеності цілей

Нехай потрібно знайти та звзвити множину Парето і визначити умови раціонального компромісу для заданих цільових функцій

$$f_1 = 2^x, f_2(x) = 9 - x^2, x \in [0; 4] \quad (1.16)$$

за обмежень

$$\begin{aligned} f_1(x) &\geq f_1^*; f_2(x) \geq f_2^*; \\ f_1^* &= 2, f_2^* = 6. \end{aligned}$$

Спочатку визначимо множину Парето на інтервалі  $[x^-, x^+]$ , де справедливі нерівності

$$\frac{f_1(x)}{2} \geq 1; \frac{f_2(x)}{6} \geq 1$$

або

$$2^x \geq 2, 9 - x^2 \geq 6. \quad (1.17)$$

Аналітичне розв'язання системи нерівностей (1.17) свідчить, що шукана множина Парето лежить в інтервалі  $x \in [1, \sqrt{3}]$  (рис. 1.2).

### 1.3. Приклади розв'язування задач розкриття невизначеності цілей та протидії двох суб'єктів

Таблиця 1.1. Значення  $f_1(x)/f_1^*$ ,  $f_2(x)/f_2^*$ ,  $\min_x \max_i f_i(x)/f_i^*$ ,  $\max_x \min_i f_i(x)/f_i^*$

x	$f_1 / f_1^*$	$f_2 / f_2^*$	$\max(f_1 / f_1^*)$	$\min \max(f_1 / f_1^*)$	$\min(f_1 / f_1^*)$	$\max \min(f_1 / f_1^*)$
1	1	1,333333	1,333333	—	1	—
1,1	1,071773	1,298333	1,298333	—	1,071773	—
1,2	1,148698	1,26	1,26	—	1,148698	—
1,3	1,231144	1,218333	1,231144	1,231144	1,218333	1,218333
1,4	1,319508	1,173333	1,319508	—	1,173333	—
1,5	1,414214	1,125	1,414214	—	1,125	—
1,6	1,515717	1,073333	1,515717	—	1,073333	—
1,7	1,624505	1,018333	1,624505	—	1,018333	—
1,8	1,741101	0,96	1,741101	—	0,96	—

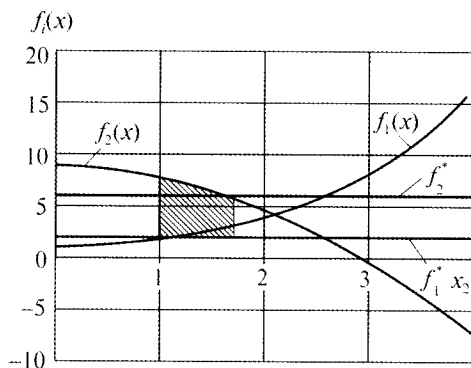


Рис. 1.2. Визначення множини Парето для системи (1.16)

Для звуження множини Парето і зведення вихідної двокритеріальної задачі до однокритеріальної скористаємося технічними обмеженнями, що ґрунтуються на принципах мінімаксу  $\min_x \max_i f_i(x)/f_i^*$  та максимуму  $\max_x \min_i f_i(x)/f_i^*$ . Значення відношень  $f_1(x)/f_1^*$  і  $f_2(x)/f_2^*$ ,  $\min_x \max_i f_i(x)/f_i^*$  і  $\max_x \min_i f_i(x)/f_i^*$  на інтервалі  $x \in [1, \sqrt{3}]$ , що обчислені з кроком сітки 0,01, наведено у табл. 1.1.

З табл. 1.1 бачимо, що для двох досліджуваних функцій як раціональний компроміс слід вибрати стратегію  $x = 1,3$ .

#### 1.3.3. Задача розкриття невизначеності протидії двох суб'єктів

Для двох суб'єктів, що протидіють, задано цільові функції

$$f_{12}(x_1, x_2) = -x_1^2 + 2x_1 + x_2^2 - 4x_2 + 8;$$

$$f_{21}(x_1, x_2) = x_1^2 - 6x_1 - x_2^2 + 2x_2 + 2$$

і області визначення їх стратегій

$$x_1 \in [0; 4]; x_2 \in [0; 4].$$

Таблиця 1.2. Знаходження

$x_1$	0					1				
$x_2$	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
$f_{12}$	8	5	4	5	8	9	6	5	6	9

Таблиця 1.3. Знаходження

$x_2$	0					1				
$x_1$	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
$f_{21}$	2	-3	-6	-7	-6	3	-2	-5	-6	-5

Потрібно знайти оптимальні розв'язки для цих суб'єктів з урахуванням обмежень

$$\begin{aligned} (a) f_{12}(x_1, x_2) &\geq f_{12}^*; \\ (б) f_{21}(x_2, x_1) &\geq f_{21}^*, \end{aligned} \quad (1.18)$$

де

$$\begin{aligned} f_{12}^* &= \max_{x_1} \min_{x_2} f_{12}(x_1, x_2); \\ f_{21}^* &= \max_{x_2} \min_{x_1} f_{21}(x_1, x_2). \end{aligned} \quad (1.19)$$

Щоб знайти оптимальні розв'язки для суб'єктів, що протидіють, насамперед потрібно знайти їх раціональні розв'язки з множини Парето. Для цього треба попередньо визначити гарантовані результати  $f_{12}^*$ ,  $f_{21}^*$ , використовуючи різні методи, зокрема класичний, що ґрунтується на дослідженні екстремальних властивостей функцій, табличний, графічний тощо. Розглянемо застосування деяких методів для знаходження гарантованого результату.

Спочатку знайдемо  $f_{12}^*$ ,  $f_{21}^*$ , використовуючи табличний метод (крок сітки задано) пошуку  $f_{12}^*$ ,  $f_{21}^*$ , на підставі співвідношень (1.19). Результати наведено відповідно в табл. 1.2 і 1.3. З табл. 1.2 бачимо, що  $f_{12}^* = \max_{x_1} \min_{x_2} f_{12}(x_1, x_2) = f_{12}^*(1; 2) = 5$ . З табл. 1.3 випливає, що  $f_{21}^* = \max_{x_2} \min_{x_1} f_{21}(x_1, x_2) = f_{21}^*(3; 1) = -6$ .

Далі знайдемо гарантовані результати  $f_{12}^*$ ,  $f_{21}^*$  класичним методом, який ґрунтується на дослідженні екстремальних властивостей функцій. Дослідимо функцію  $f_{12}(x_1, x_2)$ :

$$\frac{\partial f_{12}}{\partial x_2} = 2x_2 - 4 = 0.$$

Звідси одержуємо, що мінімуму функція досягає при  $x_2 = 2$ .

Потрібно знайти значення  $x_1$ , за якого функція досягатиме максимуму. У  $f_{12}(x_1, x_2)$  підставимо одержане значення  $x_2 = 2$ , візьмемо похідну за  $x_1$  і прирівняємо до нуля:

$$\frac{\partial f_{12}(x_1, 2)}{\partial x_1} = -2x_1 + 2 = 0,$$

звідки маємо  $x_1 = 1$ . З характеру поведінки функції випливає, що в точці

### 1.3. Приклади розв'язування задач розкриття невизначеності цілей та протидії двох суб'єктів

гарантованого результату  $f_{12}^*$

2					3					4				
0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
8	5	4	5	8	5	2	1	2	5	0	-3	-4	-3	0

гарантованого результату  $f_{21}^*$

2					3					4				
0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
2	-3	-6	-7	-6	-1	-6	-9	-10	-9	-6	-11	-14	-15	-14

$x_1 = 1$  буде максимум. Отже,

$$\max_{x_1} \min_{x_2} f_{12}(x_1, x_2) = f_{12}^*(1; 2) = 5.$$

Такі самі дії, але вже без пояснення, виконаємо для другого суб'єкта, тобто для функції  $f_{21}(x_2, x_1)$ :

$$\frac{\partial f_{21}}{\partial x_1} = 2x_1 - 6 = 0.$$

Одержуємо мінімум у точці  $x_1 = 3$ , тоді

$$\frac{\partial f_{21}(3, x_2)}{\partial x_2} = -2x_2 + 2 = 0,$$

звідки випливає, що в точці  $x_2 = 1$  функція досягає максимуму. Отже,

$$f_{21}^* = \max_{x_2} \min_{x_1} f_{21}(x_1, x_2) = f_{21}^*(3; 1) = -6.$$

І, нарешті, для знаходження функцій  $f_{12}^*$  і  $f_{21}^*$  скористаємося *графічним методом*. Щоб знайти  $f_{12}^*$ , фіксуємо послідовність значень  $x_1$ , будемо графік

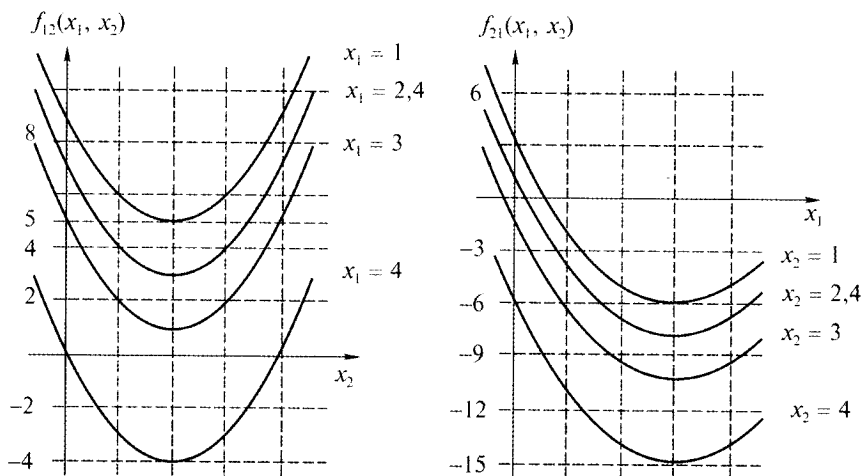


Рис. 1.3. Знаходження функцій  $f_{12}^*$  і  $f_{21}^*$  графічним методом



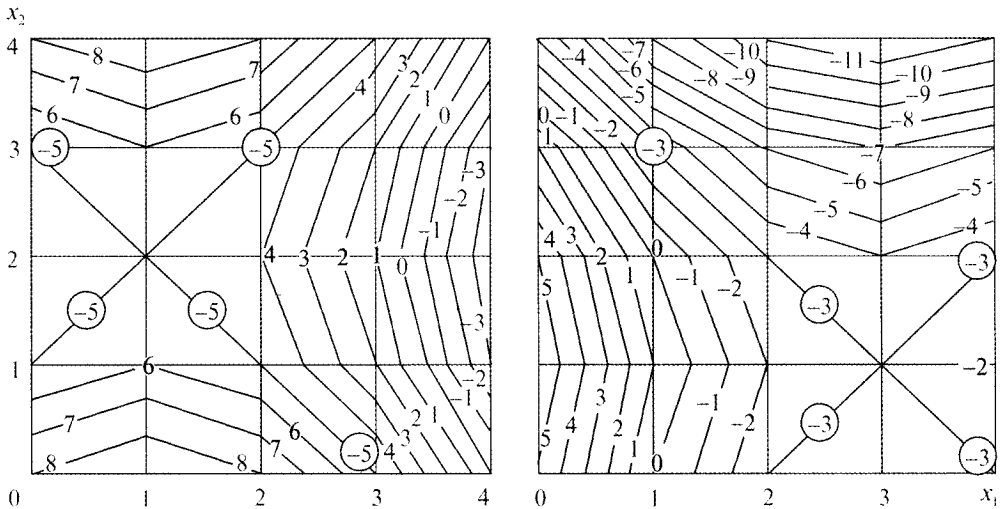


Рис. 1.4. Розв'язання системи нерівностей графічним методом

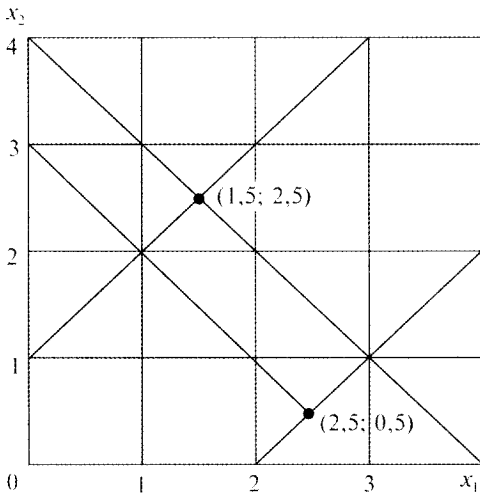


Рис. 1.5. Визначення множини Парето графічним методом

вільняють ці нерівності, показано на рис. 1.4.

Множину Парето у вигляді перетину цих областей, де знаходяться раціональні розв'язки для суб'єктів, що протидіють, зображено на рис. 1.5.

Також тут наведено оптимальні значення  $x_1^*$  і  $x_2^*$ , за яких  $\Delta = \min_{x_1, x_2} \max_i \Delta_i = 0$ ,

де  $\Delta_i = |f_i(x_1, x_2) - f_i^*|$ ,  $i = 1, 2$ .

функції  $f_{12}(x_1, x_2)$  за  $x_2$  (рис. 1.3). З рисунка бачимо, що максимальний мінімум досягається при  $x_2 = 2$  і  $x_1 = 1$ , а  $f_{12}^* = 5$ .

Для знаходження  $f_{21}^*$  аналогічно, фіксуємо послідовність значень  $x_2$ , будемо графік функції  $f_{21}(x_2, x_1)$  за  $x_1$  (див. рис. 1.3). Як бачимо з рисунка, максимальний мінімум досягається при  $x_1 = 3$  і  $x_2 = 1$ , а  $f_{21}^* = -6$ . Отже, гарантовані результати такі:  $f_{12}^* = 5$  і  $f_{21}^* = -6$ .

Множину Парето знаходимо, виходячи з обмежень  $f_{12}^*(x) \geq 5$ ;  $f_{21}^*(x) \geq -6$ . Систему нерівностей (1.3) доволі просто розв'язати графічно. Множини точок заданої області, які задовольняють ці нерівності, показано на рис. 1.4.

## 1.4. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Які види невизначеностей існують у задачах системного аналізу? В чому їх суть?
2. Які підходи застосовують для знаходження раціонального компромісу цілей?
3. У чому полягає відмінність оптимальності від раціональності?
4. У чому полягає суть принципу Парето?
5. У чому полягає метод технічних обмежень?
6. З якою метою використовують апріорну інформацію про задані в технічному завданні обмеження?
7. Якими принциповими особливостями обґрунтовано вибір критеріїв для розв'язування оптимізаційних задач?
8. У чому полягає принципова відмінність прийомів введення коефіцієнтів важливості за лінійної згортки та зведення задачі розкриття невизначеності цілей до системи рівнянь?
9. Які особливості принципу гарантованого результату, його переваги та недоліки?
10. У чому полягає стратегія задачі розкриття невизначеності протидії двох суб'єктів?
11. Які прийоми використовують для розкриття невизначеності дій партнерів чи супротивників у задачах конфлікту стратегій?
12. Які принципові особливості задачі розкриття системної невизначеності?
13. Які принципові особливості формування цільових функцій у задачі розкриття системної невизначеності?
14. За яких умов принципово можливо незалежно аналізувати різні види невизначеностей?
15. За яких обмежень і припущень можна одночасно розкривати кілька видів невизначеностей?

## 1.5. ВАРІАНТИ ЗАВДАННЯ

### 1.5.1. Задача розкриття невизначеності цілей

При заданих цільових функціях  $f_1(x)$ ,  $f_2(x)$  і порогових значеннях  $f_1^*$ ,  $f_2^*$  визначити множину Парето на заданому інтервалі при обмеженнях  $f_1(x) \leq f_1^*$ ,  $f_2(x) \geq f_2^*$ . Звузити множину Парето, використовуючи прийоми технічних обмежень.

Примітка: при розв'язанні рівнянь усі обчислення виконати з точністю до 0,0001; при звуженні інтервалів їхні межі округлити до 0,001 і крок сітки вибрати не більшим за 0,001.

**Розділ 1. Розкриття невизначеностей у задачах системного аналізу**

№	Цільові функції		Обмеження		Межі для x	
	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_1^*$	$f_2^*$		
1	$-5 + 1,6x + 1,5x^2$	$275,5 - 0,5x^2$	101	163	5	20
2	$7 + 1,3x + 5x^2$	$105 - 5x^2$	15,3	80	0	7
3	$(30 + 5x^2)/(24 - 2x)$	$40 - 7x$	2,5	22	1	6
4	$100\log(x)$	$100 - x^2$	60	19	0	10
5	$30 + 7x - 6x^2$	$10 + 3x$	21	11	0	4
6	$2^x$	$9 - x^2$	2	6	0	4
7	$x^x$	$4 - x^2$	1	0,76	0	3
8	$\sin x$	$4 - x^2$	$\sqrt{2}/2$	0,5	0	2
9	$2 - 3x + x^3$	$16 - x^2$	3	1	2	4
10	$20 + 6x - 3x^2$	$9\ln(x) + 9$	20	10	1	5
11	$11 + 6x + x^2$	$6 - x^2$	3	2	0	3
12	$2^x$	$5 + 2x + x^3$	5	15	1	5
13	$0,8\exp(-2(x - 3)^2)$	$10 - 6x + x^2$	0,2	1	1	5
14	$20x^{-1}$	$5 + 6x - x^{1,5}$	5	12	1	5
15	$0,8\exp(-2(x - 3)^2)$	$2x^{-1} + 0,25$	0,4	0,5	1	5
16	$3^{x+1}$	$5 + 4x - 3x^2$	1	3	1	3
17	$3 - 0,75x$	$-5 + 6x + x^2$	1	2	0	5
18	$\sqrt{5x^2 + 10}$	$3 - 0,5x^2$	10	6	1	6
19	$-6 + 4x + 2x^2$	$50 - 0,1x^2$	5	23	1	4
20	$10 - 9x + 51x^2 - x^3$	$3 - x^{-1}$	1	2,333	0	4
21	$7 - \exp(2x - 12)$	$3 + \sqrt{x - 4}$	6	3	5	8
22	$(15 + 12x^2)/(5 + 9x)$	$11 + 5x - 0,5x^2$	9	17	4	11
23	$15\sin(x + 1)$	$10\cos(2x - 2,4) + 12$	12,82	16	6	8
24	$\sin(0,53x - 4)$	$-1 + 0,134x^2$	0,35	1,4	0	5,5
25	$-x$	$-1 + \sqrt{x - 4}$	-5	1,3	4	10
26	$\frac{x^2}{3}$	$\frac{10}{\lg(x + 5)}$	3	10	0	10
27	$3\sqrt{x}$	$\frac{1}{x + 1} + 4$	6	4,1	0	10
28	$34 + 6x - 2x^2$	$17 - 5x + 3,5x^2$	10	25	1	8
29	$34 - 10\ln x + 15\sin(x - 3)$	$2x + 5\sin x$	10	6	4	9
30	$-15 + 16x + 10x^2$	$25,5 - 0,5x^2$	11	13	0	5
31	$\log(x) + x - 1$	$455 - 2x^2$	10	5	0,001	20
32	$8 + 5x + 2x^2$	$20 - 8x$	25	15	0	4
33	$-(x - 2)(x - 3)$	$(x - 0,5)(x - 2,5)(x - 3)$	-0,4	1	1	3,5
34	$-(x + 1)(x - 2)$	$-(x + 2)(x - 1)(x - 3)$	1	2	1	3
35	$-100 + 18x + 35x^2$	$220 - 12x - 8x^2$	80	120	0	3
36	$20\sin(x) + 20$	$15 + 6x$	20	25	-6	6

### 1.5. Варіанти завдання

№	Цільові функції		Обмеження		Межі для $x$	
	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_1^*$	$f_2^*$		
37	$0,5 + 10x + 0,5x^2$	$74 - 3x^2$	22,5	47	0	6
38	$-3 + x^2$	$10 + x - x^2$	2	4	2	4
39	$x^3$	$30 - x^2$	8	14	1	5
40	$8 - \sqrt{x}$	$\sqrt{2x}$	6	2	1	10
41	$60 - 7x - 2x^2$	$-20 + 10x^2$	30	10	1	4
42	$(4x - 8)(3x - 9) + 4$	$(3x - 7)(2x - 3,5) + 10$	20	25	0	5
43	$5 - x^2 + 2x^3$	$-\exp(6x - 2) - 12\sqrt{x} + 56$	12	25	0	8
44	$23 + 4x - 5x^2$	$15\sqrt{x+2}$	8	17	-2	4
45	$\ln(100x)$	$4\exp(x)$	5	10	0,01	5
46	$x + 3x^2$	$5 + 14x$	20	70	0	10
47	$3\ln(x) - 5x^2 + 53$	$-5 + 2x + 5x^2$	4	3	1	3
48	$30/x$	$25 - 3x - x^2$	3	2	1	3
49	$5 - 3x + x^2$	$7,5 - x^2$	3	3,5	0	4
50	$10 + 2x + x^2$	$12 - 0,5x^2$	5	7,5	1	4
51	$9 + 7x - 3x^2$	$14 + 3x + x^2$	3	7	0	4
52	$7 - 0,5x^3$	$6,5 + x - x^2$	3	0,5	0	3
53	$8 - 3x + 0,2x^2$	$3\cos(2x) + 3$	2	0,2	0	10
54	$2^x + 3$	$45 - x^2$	5	5	1	10
55	$2 - 2x + 4x^2$	$33 + x - 2x^2$	2	4	0	10
56	$2\cos(x) + 5$	$-3\sin(x) + 3$	2	4	0	7
57	$-5 + 5x + x^2$	$30 - 0,5x^2$	30	5	0	10
58	$-3 + 6x + 3x^2$	$35 - 0,9x^2$	45	5	0	10
59	$x^3$	$30 - x^2$	8	14	1	5
60	$15 + 5x + 7x^2$	$45 - 10x$	22	20	0	2

#### 1.5.2. Задача розкриття невизначеності протидії двох суб'єктів

Розглядаємо задачу розкриття невизначеності протидій двох суб'єктів. Кожна сторона має свою цільову функцію: суб'єкт 1 —  $f_1(x_1, x_2)$ , суб'єкт 2 —  $f_2(x_1, x_2)$ . Суб'єкти діють незалежно — кожен не знає ні цільової функції, ні параметрів протилежної сторони.

Потрібно:

1. Визначити гарантований результат  $f_{12}^*$ ,  $f_{21}^*$  кожного суб'єкта табличним, графічним і класичним методами.

2. Знайти множину Парето з умови:  $f_{12}(x_1, x_2) \geq f_{12}^*$ ,  $f_{21}(x_2, x_1) \geq f_{21}^*$ .

3. Визначити оптимальні значення  $x_1^*$  і  $x_2^*$ , за яких  $\Delta_i = |f_i(x_1^*, x_2^*) - f_i^*|$ ,  $i = 1, 2$  набуває мінімального значення  $\Delta \rightarrow 0$ .

Розділ 1. Розкриття невизначеностей у задачах системного аналізу

№	Цільові функції гравців		Крок сітки	Межі зміни змінних		
	$f_{12}(x_1, x_2)$	$f_{21}(x_1, x_2)$		$x_1$	$x_2$	
1	$f_{12}(x_1, x_2)$	$6x_1^2 - 12x_1 + 4x_2^2 + 8x_2 + 40$	0,01	$x_1$	-2	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-3x_2^2 + 6x_2 - 8x_1^2 + 16x_1 + 50$	0,01	$x_2$	-2	2
2	$f_{12}(x_1, x_2)$	$8x_1^2 + 16x_1 + 6x_2^2 - 12x_2 + 50$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-8x_2^2 + 24x_2 + 11x_1^2 - 17x_1 + 4$	0,01	$x_2$	-2	2
3	$f_{12}(x_1, x_2)$	$3x_1^2 + 6x_1x_2 - 12x_2 + 72$	0,01	$x_1$	-3	0
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$8x_2^2 - 11x_1^2x_2 + 17x_1 - 16x_2 + 100$	0,01	$x_2$	0	3
4	$f_{12}(x_1, x_2)$	$(-2x_1^3 - 4x_1^2 - 24x_1 + 17)(2x_2^2 - 10x_2 + 15)$	0,02	$x_1$	1	8
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$(3x_2^2 - 18x_2x_1 - 33x_2 - 12)(x_1^2 - 6x_1 + 13)$	0,02	$x_2$	0	6
5	$f_{12}(x_1, x_2)$	$3x_1^2 + 6x_1x_2 - 12x_2 - 72$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$4x_2^2 - 8x_2 + 10x_1^2x_2 - 32x_1 + 64$	0,01	$x_2$	0	2
6	$f_{12}(x_1, x_2)$	$5x_1^2 - 12x_1x_2 + 3x_2^2 + 15$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$(-6x_1^3 + 15x_2^2 - 7x_2 + 10)(5x_1^2 - 8x_1 + 7)$	0,01	$x_2$	0	2
7	$f_{12}(x_1, x_2)$	$5x_1^2 + 6x_1x_2^2 - 7x_2^2 + 40$	0,02	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$4x_2^2 - 8x_2 + 10x_1^2x_2 - 32x_1 + 64$	0,01	$x_2$	0	2
8	$f_{12}(x_1, x_2)$	$(-6x_1^2 + 10x_1 + 6)(-2x_2^2 + 5x_2 + 8)$	0,01	$x_1$	0	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$(4x_2^2 - 9x_2 + 11)(-3x_1^2 + 15)$	0,01	$x_2$	-1	1
9	$f_{12}(x_1, x_2)$	$6x_1^2 - 12x_1 + 4x_2^2 + 8x_2 + 40$	0,01	$x_1$	-2	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-8x_1^2 + 16x_1 - 3x_2^2 + 6x_2 + 50$	0,01	$x_2$	-2	2
10	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-8x_1x_2^2 + 9x_2^2 - 37x_2 + 4x_1^2 + 50$	0,01	$x_1$	0	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-2(x_2 - 5)^2 - 9(x_1 - 0,95)^2x_2 + 2x_1x_2 + 50$	0,01	$x_2$	0	2
11	$f_{12}(x_1, x_2)$	$\cos^2\left(3\sqrt{x_1^2 + x_2^2}\right)$	0,01	$x_1$	0	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$\sin\left(\sqrt{(x_1 - 15)^2 + (x_2 - 15)^2}\right)$	0,01	$x_2$	0	2
12	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-6x_1^2 + 15x_1 - x_2^2 - 3x_2 + 42$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-5x_2^2 + 17x_2 + 9x_1^2 + 2x_1 + 7$	0,01	$x_2$	-2	2
13	$f_{12}(x_1, x_2)$	$5x_1^2 - 9x_1x_2 + 3x_2^2 + 15$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$3x_1^2 - 7x_1x_2 + 5x_2^2 + 12$	0,02	$x_2$	0	4
14	$f_{12}(x_1, x_2)$	$(2x_1^2 - 4x_1 + 18)(6x_2^2 - 26x_2 + 29)$	0,01	$x_1$	0	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$(-6x_2^2 + 26)(-3x_1^2 + 4x_1 + 6)$	0,01	$x_2$	0	2
15	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-20x_1^2 + 7x_1 - 3x_1x_2^2 + 46x_2 + 12$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$18x_2^2 - 8x_2 + 15x_2x_1^2 - 32x_1 + 123$	0,01	$x_2$	0	2

### 1.5. Варіанти завдання

№	Цільові функції гравців		Крок сітки	Межі зміни змінних		
				$x_1$	$x_2$	
16	$f_{12}(x_1, x_2)$	$32x_1^2 + x_1 + 10x_2^2 - 14,5x_2 + 52$	0,01	$x_1$	2	6
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-18x_2^2 + 27x_2 + 10x_1^2 - 17,5x_1 + 3$	0,02	$x_2$	1	10
17	$f_{12}(x_1, x_2)$	$6x_1^2 - 2x_1x_2 - 4x_2^2 + 9$	0,01	$x_1$	2	5
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$2x_2^2 - 2x_2 - 15x_1x_2 - 5x_1^2 + 20$	0,01	$x_2$	-3	1
18	$f_{12}(x_1, x_2)$	$5x_1^2 + x_1x_2 + 3x_2^2 + 10$	0,01	$x_1$	-2	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-2x_2^2 - 2x_1x_2 - 4x_1^2 + 20$	0,01	$x_2$	-2	2
19	$f_{12}(x_1, x_2)$	$2x_1^2 - 3x_2 + 3x_2^2 + 10$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-2x_2^2 + 2x_1 + x_1^2 + 4$	0,01	$x_2$	-1	1
20	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-2x_1^2 - x_1x_2 + x_2^2 + 8x_1$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$2x_1^2 - 10x_1x_2 + 4x_2^2 + 12x_2$	0,02	$x_2$	0	4
21	$f_{12}(x_1, x_2)$	$4x_1^3 - x_1^2x_2^2 + 2x_2^2 - 10$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$4x_1^2 - 6x_1x_2 + 2x_2^2 + 5$	0,01	$x_2$	0	4
22	$f_{12}(x_1, x_2)$	$5x_1^2 - 10x_1x_2 + 2x_2^2 + 8$	0,02	$x_1$	0	5
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$5x_2^2 - 7x_1x_2 + 6x_1$	0,02	$x_2$	0	6
23	$f_{12}(x_1, x_2)$	$4x_1^3 + 2x_1x_2 + x_2^2 + 7$	0,01	$x_1$	0	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$x_1^3 + 3x_1x_2 - 2x_2^2 - 8$	0,01	$x_2$	0	2
24	$f_{12}(x_1, x_2)$	$3x_1^3 + 7x_1x_2 + x_2^2 - 12$	0,02	$x_1$	2	9
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$x_1^2 - 3x_1x_2 + 9x_2^2 + 20$	0,02	$x_2$	1	6
25	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-3x_1^2 - x_1x_2 + 3x_2^2 + 9x_1 + 1$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$(-2x_2^3 + 5x_2^2 - 9)(-2x_1^2 + 5x_1 + 10)$	0,01	$x_2$	0	2
26	$f_{12}(x_1, x_2)$	$3x_1^2 - 10x_1x_2 + 3x_2^2 + 1$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$(-6x_1^3 - 5x_2^2 + 10x_2 - 8)(-2x_1^2 + 5x_1 + 1)$	0,01	$x_2$	0	2
27	$f_{12}(x_1, x_2)$	$x_1^2 - x_1x_2 + x_2^2 + 1$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$10x_2^3 - 3x_2^2 - 2x_1 + 1$	0,01	$x_2$	0	2
28	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-5x_1^2 - 9x_2 - 3x_2^2 - 10x_1 + 37$	0,02	$x_1$	-3	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-x_1^2 + 14x_2 - 7x_2^2 + 2x_1 + 54$	0,02	$x_2$	-3	3
29	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-5x_1^2 - 14x_2 - 7x_2^2 + 15x_1 + 55$	0,01	$x_1$	-2	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$11x_1^2 + 4x_2 + 8x_2^2 + 11x_1 + 24$	0,01	$x_2$	-1	2
30	$f_{12}(x_1, x_2)$	$0,1x_1^3 - 0,17 \ln(1 + x_1) + 0,9x_2^2x_1$	0,02	$x_1$	0	5
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$7x_1^2 - 7,17x_1x_2^2 + 3,9x_1^2x_2 - 15x_1$	0,02	$x_2$	0	4

**Розділ 1. Розкриття невизначеностей у задачах системного аналізу**

№	Цільові функції гравців		Крок сітки	Межі зміни змінних		
				$x_1$	$x_2$	
31	$f_{12}(x_1, x_2)$	$0,01 \sin^2(x_1) - 0,07(x_1 + (x_1 + 4,1)^2)$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$0,01 \cos^2(x_2) + 0,3x_1x_2 + 0,14x_2^2 + 0,1x_1^2$	0,01	$x_2$	-1	4
32	$f_{12}(x_1, x_2)$	$\cos x_1 - x_2$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$\sin x_1 + x_2$	0,01	$x_2$	-2	2
33	$f_{12}(x_1, x_2)$	$(x_1 - 1,02)(x_2 - 1,55) + 1,5$	0,02	$x_1$	-1	4
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$(2,5 - x_2^2) + 0,2x_1^2$	0,01	$x_2$	-1	2
34	$f_{12}(x_1, x_2)$	$x_1^2 + x_2^2$	0,02	$x_1$	-2	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$x_1x_2 + 5$	0,02	$x_2$	-2	2
35	$f_{12}(x_1, x_2)$	$0,5x_1^2 + 0,5x_2^2$	0,02	$x_1$	0	5
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$0,5x_1^2 - 0,5x_2^2$	0,02	$x_2$	0	5
36	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-8x_1^2 + 16x_1 + 16x_2^2 - 14x_2 + 50$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-10x_2^2 + 27x_2 + 11x_1^2 - 17x_1 + 4$	0,01	$x_2$	-2	2
37	$f_{12}(x_1, x_2)$	$x_1^2 + x_2^2$	0,01	$x_1$	-2	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$x_1^2 - x_2^2$	0,01	$x_2$	-2	2
38	$f_{12}(x_1, x_2)$	$x_1^3 - x_2^3$	0,02	$x_1$	0	4
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$x_1 + x_2$	0,01	$x_2$	0	4
39	$f_{12}(x_1, x_2)$	$17x_2^2 + 4x_1 + 2x_2 + 13$	0,02	$x_1$	-5	5
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$12,5x_1^2 + 18x_1 - 10,9x_2 + 13$	0,02	$x_2$	-5	5
40	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-4x_1^2 + 20x_2 + 25x_2^2 + x_1 + 3$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$5,4x_1^2 + 17,9x_2^2 + 8,7x_1 - 7,6$	0,01	$x_2$	-1	1
41	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-x_1^2 - x_2 + x_2^2 - x_1 + 2,5$	0,02	$x_1$	-5	5
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$10,3x_1^2 - 6,9x_2 + 15,7x_1 + 16$	0,02	$x_2$	-5	5
42	$f_{12}(x_1, x_2)$	$8x_1^2 + 8x_1 + x_2^2 + 16x_2 + 5$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$11x_1^2 - 17x_1 + 10x_2^2 - 14$	0,01	$x_2$	-2	2
43	$f_{12}(x_1, x_2)$	$18x_1^2 - 8x_1 - x_2^2 - 16x_2$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$x_1^2 - 4x_1 + 10x_2^2 - 84$	0,02	$x_2$	-2	2
44	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-4x_1^2 - 8x_1 - 4x_2^2 - 8x_2 - 8$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$4x_1^2 + 8x_1 + 4x_2^2 + 8x_2 + 8$	0,01	$x_2$	-2	2
45	$f_{12}(x_1, x_2)$	$\sin(x_1 + x_2)$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$\cos(x_1 + x_2)$	0,01	$x_2$	-2	2

### 1.5. Варіанти завдання

№	Цільові функції гравців		Крок сітки	Межі зміни змінних		
				$x_1$	$x_2$	
46	$f_{12}(x_1, x_2)$	$x_1 x_2$	0,01	$x_1$	1	4
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$1/(x_1 x_2)$	0,01	$x_2$	1	4
47	$f_{12}(x_1, x_2)$	$\arctan(x_1 + x_2)$	0,01	$x_1$	0	4
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$1/(1 + x_1)(1 + x_2)$	0,02	$x_2$	0	4
48	$f_{12}(x_1, x_2)$	$1/(1 + x_1)(1 + x_2)$	0,02	$x_1$	0	4
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$\begin{cases} x_1, & \text{якщо } x_1 \geq x_2 \\ x_2, & \text{інакше} \end{cases}$	0,02	$x_2$	0	4
49	$f_{12}(x_1, x_2)$	$4x_1^3 - x_2 + 15$	0,02	$x_1$	1	8
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$10x_1^2 + x_2^2 - 7$	0,02	$x_2$	1	9
50	$f_{12}(x_1, x_2)$	$3x_1^2 - 4x_1 x_2 + 9x_2^2 + 7x_1 - 2x_2 + 5$	0,01	$x_1$	1	5
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$x_1^2 - 8x_2^2 + 7x_1 + 11x_2 + 13$	0,01	$x_2$	0	3
51	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-x_1^2 + 2x_1 - 12x_2 + 50$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-x_2^2 - 17x_1 + 3x_2 + 15$	0,01	$x_2$	-2	2
52	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-x_1^3 + 3x_1 - 12x_2 + 50$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-x_2^3 - 17x_1 + 4,5x_2 + 15$	0,01	$x_2$	-2	2
53	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-5x_1^2 - 6x_1 x_2 + 3x_2^2 + 17$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-x_2^2 + 18x_1 x_2 + 5x_1^2 - 7x_1 + 42$	0,01	$x_2$	-1	3
54	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-5x_1^2 + 2x_1 + 32x_2^2 - 12$	0,01	$x_1$	0	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-12x_2^2 + 18x_1 x_2 + 7x_1^2 + 30$	0,01	$x_2$	1	4
55	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-2x_1^2 + 3x_1 + 8x_2^2 - 5x_2 + 20$	0,02	$x_1$	0	4
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-x_2^2 + x_2 - 10x_1 + 4x_1^2 + 35$	0,02	$x_2$	0	3
56	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-x_1^2 + 22x_1 + x_1 x_2 + 0,4x_2^2 + 4$	0,01	$x_1$	0	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-15x_2^2 + 15x_2 - 5x_1 + x_1^2 + 17$	0,01	$x_2$	1	2
57	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-4x_1^2 - 2x_1 + 5x_2^2 + 7x_2 - 10$	0,01	$x_1$	-1	1
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-2x_2^2 + 3x_2 + 2x_1 + x_1^2 - 15$	0,01	$x_2$	-1	1
58	$f_{12}(x_1, x_2)$	$-4(x_1 - 2)^2 + 5x_2^2 - 10x_2 + 20$	0,01	$x_1$	-1	3
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$-3x_1^2 + 12x_1 + 4x_2 - 2x_2^2 + 5$	0,02	$x_2$	0	4
59	$f_{12}(x_1, x_2)$	$x_1^2 + 6x_1 x_2 + 4x_2^2 + 3$	0,02	$x_1$	-2	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$6x_1^2 + 2x_1 - 7x_1 x_2 + 5x_2^2 + 7$	0,02	$x_2$	-2	2
60	$f_{12}(x_1, x_2)$	$3x_1^2 - x_1 - 7x_2 - x_2^2 + 4$	0,01	$x_1$	-2	2
	$f_{21}(x_1, x_2)$	$8x_1^2 + 6x_1 + 16x_2 + 3x_2^2$	0,01	$x_2$	-2	2



## **ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ В АДИТИВНІЙ ФОРМІ У ЗАДАЧАХ РОЗКРИТТЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

Розглянемо підхід до відновлення функціональних залежностей за експериментально отриманою дискретною вибіркою для системних задач розкриття концептуальної невизначеності [9]. Зазначена проблема, зокрема, виникає під час формування концепції створення виробів нової техніки, в автоматизованих системах випробування літальних апаратів, системах автоматизованого контролю функціонування складних динамічних об'єктів у реальному часі, системах технічного діагностування і деяких інших застосуваннях.

Особливість задачі розкриття концептуальної невизначеності зумовлена потребою пошуку раціонального компромісу між суперечливими цілями, наприклад, між різними цілями, що виникають під час створення нового виробу, виявлення його переваг і недоліків стосовно пропозицій конкурентів, оцінювання і прогнозування можливих факторів ризику. У змістовному формулюванні задачі розкриття концептуальної невизначеності можна звести до задачі системно узгодженого розкриття множини різнорідних невизначеностей на основі єдиних принципів, прийомів і критеріїв. Ця множина містить невизначеності цілей розробки, перспектив конкурентоспроможності виробу, зміни ринків попиту та збуту, активної протидії конкурентів, а також ситуаційну невизначеність ризиків у процесі розробки, виробництва, збуту й експлуатації виробу. Такий вид невизначеності належить до концептуального в тому сенсі, що на відміну від інформаційної невизначеності він відображує єдиний комплекс неоднозначності і суперечливості взаємопов'язаних і взаємозалежних елементів зазначеної множини різнорідних невизначеностей [17].

### **2.1. МАТЕМАТИЧНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ В АДИТИВНІЙ ФОРМІ У ВИГЛЯДІ ІЄРАРХІЧНОЇ БАГАТОРІВНЕВОЇ СИСТЕМИ МОДЕЛЕЙ**

Відома вихідна інформація у вигляді дискретного масиву:

$$M_0 = \langle Y_0, X_1, X_2, X_3 \rangle;$$

$$Y_0 = (Y_i \mid i = \overline{1, m}); \quad Y_i = (Y_i[q_0] \mid q_0 = \overline{1, k_0});$$

$$X_1 = (X_{1j_1} \mid j_1 = \overline{1, n_1}); \quad X_{1j_1} = (X_{1j_1}[q_1] \mid q_1 = \overline{1, k_1});$$

## 2.1. Математична постановка задачі відновлення функціональних залежностей в адитивній формі...

$$X_2 = (X_{2j_2} \mid j_2 = \overline{1, n_2}); \quad X_{2j_2} = (X_{2j_2}[q_2] \mid q_2 = \overline{1, k_2});$$

$$X_3 = (X_{3j_3} \mid j_3 = \overline{1, n_3}); \quad X_{3j_3} = (X_{3j_3}[q_3] \mid q_3 = \overline{1, k_3}).$$

Тут множина  $Y_0$  визначає числові значення  $Y_i[q_0] \Rightarrow \langle X_{1j_1}[q_1], X_{2j_2}[q_2], X_{3j_3}[q_3] \rangle$  шуканих неперервних цільових функцій  $y_i = f_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , де  $x_1 = (x_{1j_1} \mid j_1 = \overline{1, n_1})$ ;  $x_2 = (x_{2j_2} \mid j_2 = \overline{1, n_2})$ ;  $x_3 = (x_{3j_3} \mid j_3 = \overline{1, n_3})$ . Кожному значенню  $q_0 \in [1, k_0]$  відповідає деякий набір  $q_0 \Leftrightarrow \langle q_1, q_2, q_3 \rangle$  значень  $q_1 \in [1, k_1]$ ,  $q_2 \in [1, k_2]$ ,  $q_3 \in [1, k_3]$ . Множина  $Y_0$  складається з  $k_0$  різних значень  $Y_i[q_0]$ . У множинах  $X_1, X_2, X_3$  деяка частина величин  $X_{1j_1}[q_1], X_{2j_2}[q_2], X_{3j_3}[q_3]$  за деяких значень  $q_1 = \tilde{q}_1 \in \tilde{Q}_1 \subset [1, k_1]$ ;  $q_2 = \tilde{q}_2 \in \tilde{Q}_2 \subset [1, k_2]$ ;  $q_3 = \tilde{q}_3 \in \tilde{Q}_3 \subset [1, k_3]$  роздільно повторюється, але для різних  $q_0 \in [1, k_0]$  не існує наборів  $\langle X_{1j_1}[q_1], X_{2j_2}[q_2], X_{3j_3}[q_3] \rangle$ , що цілком збігаються. Тут  $n_1 + n_2 + n_3 = n_0$ ,  $n_0 \leq k_0$ .

Відомо, що  $x_1 \in D_1, x_2 \in D_2, x_3 \in D_3, X_1 \in \tilde{D}_1, X_2 \in \tilde{D}_2, X_3 \in \tilde{D}_3$ ,

$$\text{де} \quad D_s = \langle x_{sj_s} \mid d_{sj_s}^- \leq x_{sj_s} \leq d_{sj_s}^+, j_s = \overline{1, n_s} \rangle, s = \overline{1, 3};$$

$$\tilde{D}_s = \langle X_{sj_s} \mid \tilde{d}_{sj_s}^- \leq X_{sj_s} \leq \tilde{d}_{sj_s}^+, j_s = \overline{1, n_s} \rangle, s = \overline{1, 3};$$

$$d_{sj_s}^- \leq \tilde{d}_{sj_s}^-, d_{sj_s}^+ \leq \tilde{d}_{sj_s}^+.$$

**Потрібно** знайти такі функції наближення  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , які з практично прийнятною похибкою характеризують реальні функціональні залежності  $y_i = f_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , на множині  $D_s$ .

У реальній задачі конкретизують суть змінних  $y, x_1, x_2, x_3$ . Наприклад, у разі проектування і (або) випробування виробу вектор  $y$  визначає зовнішні параметри виробу, які характеризують технічні, експлуатаційні, економічні та інші показники якості. Компонентами вектора  $x_1$  є внутрішні параметри виробу, які характеризують конструктивні, технологічні та інші його показники. Компонентами вектора  $x_2$  є контрольовані параметри зовнішнього впливу, зокрема показники вантажопідйомності (максимальна маса, габарити, види вантажу), загальні показники допустимих кліматичних зон експлуатації (помірний, полярний або тропічний клімат). Компоненти вектора  $x_3$  — неконтрольовані параметри зовнішнього впливу, зокрема конкретні показники зовнішнього середовища (допустимий діапазон зміни температури, вологості тощо).

Функції наближення будемо формувати у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей (рис. 2.1).

На верхньому рівні реалізують модель, що визначає залежність функцій наближення від змінних  $x_1, x_2, x_3$ . Шукані функції формують у класі адитивних функцій і подають у вигляді суперпозиції функцій від змінних  $x_1, x_2, x_3$ . Мож-

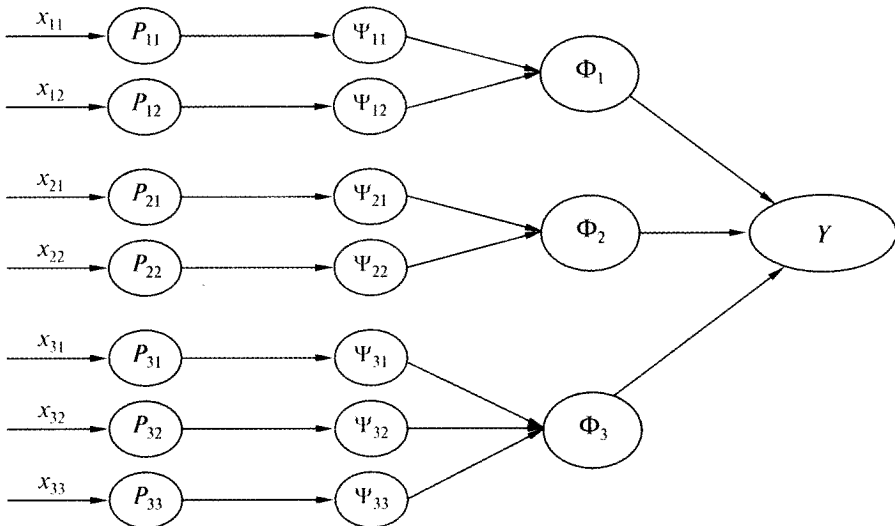


Рис. 2.1. Приклад побудованої багаторівневої системи моделей

лівість такого подання впливає з теореми А.М. Колмогорова. Отже, шукані функції  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$  формуватимемо в такому вигляді [9, 16]:

$$\Phi_i(x_1, x_2, x_3) = c_{i1}\Phi_{i1}(x_1) + c_{i2}\Phi_{i2}(x_2) + c_{i3}\Phi_{i3}(x_3), \quad i = \overline{1, m}. \quad (2.1)$$

На другому ієрархічному рівні формують моделі, що визначають залежність функцій наближення окремо від кожної із змінних  $x_1, x_2, x_3$ . Для цього потрібно перейти від функцій векторів до суперпозицій функцій компонент цих векторів. З огляду на те, що компоненти кожного вектора  $x_1, x_2, x_3$  різноманітні за фізичним змістом, доцільно для доданків функцій (2.1) вибрати клас узагальнених поліномів і зобразити їх у вигляді

$$\begin{aligned} \Phi_{i1}(x_1) &= \sum_{j_1=1}^{m_1} a_{ij_1}^{(1)} \Psi_{1j_1}(x_{1j_1}), \\ \Phi_{i2}(x_2) &= \sum_{j_2=1}^{m_2} a_{ij_2}^{(2)} \Psi_{2j_2}(x_{2j_2}), \\ \Phi_{i3}(x_3) &= \sum_{j_3=1}^{m_3} a_{ij_3}^{(3)} \Psi_{3j_3}(x_{3j_3}). \end{aligned} \quad (2.2)$$

Запропоновано для всіх  $i = \overline{1, m}$  за кожною змінною  $x_{1j_1}, x_{2j_2}, x_{3j_3}$  вибрати відповідно однотипні функції  $\Psi_{1j_1}, \Psi_{2j_2}, \Psi_{3j_3}$ , що дає змогу спростити подальше розв'язання задачі.

На третьому ієрархічному рівні формуються моделі, які визначають функції  $\Psi_{1j_1}, \Psi_{2j_2}, \Psi_{3j_3}$ . Тут найважливішою задачею є вибір структури і компонентів функцій  $\Psi_{1j_1}, \Psi_{2j_2}, \Psi_{3j_3}$ . Структури цих функцій вибираємо аналогічно (2.2).

## 2.1. Математична постановка задачі відновлення функціональних залежностей в адитивній формі...

Запишемо функції у вигляді наступних узагальнених поліномів:

$$\Psi_{s_j}(x_{j_s}) = \sum_{p=0}^{P_{j_s}} \lambda_{j_s,p} \varphi_{j_s,p}(x_{j_s}), \quad s = 1, 2, 3. \quad (2.3)$$

Тоді знаходження функцій наближення повинно виконуватися у такій послідовності:

$$\Psi_1, \Psi_2, \Psi_3 \rightarrow \Phi_{11}, \Phi_{12}, \Phi_{13} \rightarrow \Phi_{1s}$$

і кінцевий результат формується шляхом агрегування відповідних розв'язків.

Практично важливе питання при реалізації уніфікованої програмної процедури — вибір степеня  $P_{j_s}$  апроксимуючих поліномів  $\Psi_{s_j}(x_{j_s})$ . Практична значимість даного питання полягає в тому, що значення  $P_{j_s}$  істотно впливає на точність розв'язання задачі. Зі збільшенням степеня  $P_{j_s}$  підвищується точність апроксимації  $f$  множиною  $\Phi_{j_s}$ , що впливає з теореми Вейерштрасса, але одночасно збільшується обсяг обчислень і з'являються корені рівняння (2.4), які не є компонентами шуканих локальних екстремумів. Тому виникає задача оптимізації степеня  $P_{j_s}$ . Для розв'язання цієї задачі необхідно встановити залежність степеня  $P_{j_s}$  та похибки розв'язання системи (2.4). Відповідь дає наступна теорема.

**Теорема.** Максимальна абсолютна похибка визначення  $x_j^0$  не буде перевищувати величини  $\Delta x_j$ , якщо степінь  $N_j(P_{j_s})$  полінома  $\Psi_j(x_j)$  задовольняє умову

$$N_j \geq \left\lceil \frac{12h_j L_j^+}{\Delta x_j L_j^-} \right\rceil,$$

де

$$h_j = \frac{d_j^+ - d_j^-}{R(D_j)}; \quad L_j^+ = \max_{k \in K_j} L_{k_j}; \quad L_j^- = \min_{k \in K_j} L_{k_j},$$

$L_{k_j}$  — постійна Ліпшиця в інтервалі  $D_{k_j} \subset D_j$ ;  $K_j = [1, R(D_j)]$ ;  $R(D_j)$  — число дійсних коренів  $\Psi_j(x_j)$  у  $D_j$ ;  $[x]$  — ціла частина  $x$ .

**Задача формування функцій  $\Psi$ .** Ця задача є найвідповідальнішою і найскладнішою [20, 24, 33—37, 48, 49, 52]. Відповідальною, оскільки допущені недоліки (наприклад, невдалий вибір кількості і степенів поліномів Чебишева) неможливо повністю усунути на наступних рівнях системи моделей і, більше того, помилка може збільшуватися. Складною, оскільки до шуканих функцій висувуються суперечливі вимоги. По-перше, функції повинні відображати з достатньою точністю екстремальні властивості, характерні для множини функцій наближення в цілому. По-друге, вони мають достатньою мірою враховувати індивідуальні особливості екстремальних властивостей кожної функції і забезпечувати можливість адаптації до них на наступних рівнях. Звідси впливає, що задача формування функцій  $\Psi_1, \Psi_2, \Psi_3$  зводиться до чеби-

шевської задачі наближення для наступної системи рівнянь:

$$F_{i1}(\tilde{X}[q_0]) - b_{iq_0} = 0, \quad q_0 = \overline{1, k_0}, \quad (2.4)$$

$$F_{i1}(\tilde{X}[q_0]) = \sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{p_1=1}^{p_{j_1}} \lambda_{j_1 p_1} T_{p_1}^*(\tilde{X}_{1j_1}[q_1]) = \sum_{j_2=1}^{n_2} \sum_{p_2=1}^{p_{j_2}} \lambda_{j_2 p_2} T_{p_2}^*(\tilde{X}_{2j_2}[q_2]) + \\ + \sum_{j_3=1}^{n_3} \sum_{p_3=1}^{p_{j_3}} \lambda_{j_3 p_3} T_{p_3}^*(\tilde{X}_{3j_3}[q_3]);$$

$$\tilde{X}[q_0] = (\tilde{X}_{1j_1}[q_1], \tilde{X}_{2j_2}[q_2], \tilde{X}_{3j_3}[q_3] | q_0 \Leftrightarrow \langle q_1, q_2, q_3 \rangle),$$

де  $T_{p_1}^*$ ,  $T_{p_2}^*$ ,  $T_{p_3}^*$  — зміщені поліноми Чебишева.

Для визначення  $b_{iq_0}$  можливі такі варіанти:

1.  $b_{iq_0}$  визначається середнім арифметичним значенням

$$b_{iq_0} = \frac{\{\max_{i \in \{1, m\}} \tilde{Y}_i[q_0] + \min_{i \in \{1, m\}} \tilde{Y}_i[q_0]\}}{2}, \quad q_0 = \overline{1, k_0};$$

2.  $b_{iq_0}$  приймають рівними нормованим значенням  $Y_i[q]$ ,  $i = \overline{1, m}$ .

У (2.4) значення  $\tilde{X}_{1j_1}[q_1]$ ,  $\tilde{X}_{2j_2}[q_2]$ ,  $\tilde{X}_{3j_3}[q_3]$ ,  $\tilde{Y}_i[q_0]$  відповідають  $X_{1j_1}[q_1]$ ,  $X_{2j_2}[q_2]$ ,  $X_{3j_3}[q_3]$ ,  $Y_i[q_0]$ , нормованим до відрізка  $[0, 1]$ . Розв'язання системи полягає у визначенні таких матриць  $\|\lambda_{j_1 p_1}^0\|$ ,  $\|\lambda_{j_2 p_2}^0\|$ ,  $\|\lambda_{j_3 p_3}^0\|$ , які для максимальної нев'язки

$$\Delta_\lambda = \max_{q_0 \in \{1, k_0\}} |F_1(\tilde{X})[q_0] - b_{iq_0}|, \quad (2.5)$$

взятої за міру чебишевського наближення системи (2.4), забезпечують найкраще наближення:

$$\Delta_\lambda^0 = \min_{\|\lambda\|} \Delta_\lambda. \quad (2.6)$$

При цьому найкраще наближення  $\Delta_\lambda^0$  і шукані матриці характеризуються співвідношеннями

$$\Delta_\lambda^0 = \min_{\|\lambda\|} \max_{q_0 \in \{1, k_0\}} |F_1(\tilde{X})[q_0] - b_{iq_0}|;$$

$$\lambda^0 = \arg \min_{\|\lambda\|} \max_{q_0 \in \{1, k_0\}} |F_1(\tilde{X})[q_0] - b_{iq_0}|,$$

де

$$\|\lambda^0\| = \langle \|\lambda_{j_1 p_1}^0\|, \|\lambda_{j_2 p_2}^0\|, \|\lambda_{j_3 p_3}^0\| \rangle, \quad \|\lambda\| = \langle \|\lambda_{j_1 p_1}^0\|, \|\lambda_{j_2 p_2}^0\|, \|\lambda_{j_3 p_3}^0\| \rangle.$$

**Задача формування функцій  $\Phi_s$ .** У цій задачі вважаємо, що для  $\forall i \in [1, m]$  ступінь впливу функцій  $\Phi_{i1}(x_1)$ ,  $\Phi_{i2}(x_2)$ ,  $\Phi_{i3}(x_3)$  на властивості відповідної цільової функції  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$  однаковий. Таке припущення зумовлене відсутністю апріорної інформації. Водночас припущення дає змогу окремо формувати функції  $\Phi_{i1}(x_1)$ ,  $\Phi_{i2}(x_2)$ ,  $\Phi_{i3}(x_3)$ , а ступінь впливу кожної з них визначати на наступному вищому рівні ієрархії моделей. Отже, задача полягає у визначенні матриць  $\|a_{ij_1}^{(1)}\|$ ,  $\|a_{ij_2}^{(2)}\|$ ,  $\|a_{ij_3}^{(3)}\|$ ,  $\forall i \in [1, m]$  і зводиться до чебишевської задачі наближення для таких трьох незалежних систем рівнянь:

$$\begin{aligned} F_{i21}(\tilde{X}_1[q_0]) - \tilde{Y}_i[q_0] &= 0, \quad F_{i22}(\tilde{X}_2[q_0]) - \tilde{Y}_i[q_0] = 0, \\ F_{i23}(\tilde{X}_3[q_0]) - \tilde{Y}_i[q_0] &= 0, \quad q_0 = \overline{1, k_0}, \end{aligned} \quad (2.7)$$

де

$$\begin{aligned} F_{i21}(\tilde{X}_1[q_0]) &= \sum_{j_1=1}^{n_1} \tilde{a}_{ij_1}^{(1)} \Psi_{1j_1}(\tilde{X}_{1j_1}[q_1]); \\ F_{i22}(\tilde{X}_2[q_0]) &= \sum_{j_2=1}^{n_2} \tilde{a}_{ij_2}^{(2)} \Psi_{2j_2}(\tilde{X}_{2j_2}[q_2]); \\ F_{i23}(\tilde{X}_3[q_0]) &= \sum_{j_3=1}^{n_3} \tilde{a}_{ij_3}^{(3)} \Psi_{3j_3}(\tilde{X}_{3j_3}[q_3]). \end{aligned}$$

Розв'язання кожної системи полягає у визначенні таких матриць  $\|a_s^0\|$ ,  $\|\tilde{a}_{ij_s}^{(s)}\|$ ,  $s = \overline{1, 3}$ , які для величини максимальної нев'язки

$$\Delta_{a_s} = \max_{q_0 \in \overline{1, k_0}} |F_{i2_s}(\tilde{X}_s[q_0]) - \tilde{Y}_i[q_0]|, \quad (2.8)$$

взятої за міру чебишевського наближення системи (2.7), забезпечують найкраще наближення:

$$\Delta_s^0 = \min_{\|a_s\|} \Delta_{a_s}. \quad (2.9)$$

При цьому найкраще наближення і шукані матриці характеризуються співвідношеннями

$$\begin{aligned} \Delta_s^0 &= \min_{\|a_s\|} \max_{q_0 \in \overline{1, k_0}} |F_{i2_s}(\tilde{X}_s[q_0]) - \tilde{Y}_i[q_0]|; \\ \|a_s^0\| &= \arg \min_{\|a_s\|} \max_{q_0 \in \overline{1, k_0}} |F_{i2_s}(\tilde{X}_s[q_0]) - \tilde{Y}_i[q_0]|, \end{aligned}$$

де

$$\begin{aligned} \tilde{X}_s[q_0] &= \langle \tilde{X}_{sj_s}[q_s] \mid j_s = \overline{1, n_s}, q_s \in [1, k_s], s = 1, 2, 3 \rangle; \quad q_0 \Leftrightarrow \langle q_1, q_2, q_3 \rangle; \\ \|a_1\| &= \|a_{ij_1}^{(1)}\|, \quad \|a_2\| = \|a_{ij_2}^{(2)}\|, \quad \|a_3\| = \|a_{ij_3}^{(3)}\|. \end{aligned}$$

**Задача формування функцій  $\Phi_i$ .** Задача полягає у визначенні множини  $\Phi = \langle \Phi_i(x_1, x_2, x_3) \mid i = \overline{1, m} \rangle$  шуканих функцій наближення і реалізується на

ключному етапі формування системи моделей. Вихідними даними є результати попередніх етапів, а також вихідні дискретні значення  $\tilde{Y}_i[q_0]$  цільових функцій. Формування кожної функції  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$  є незалежним, і тому  $\forall i \in [1, m]$  всі обчислення  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$  можна виконувати одночасно і паралельно. Розв'язання задачі для  $\forall i \in [1, m]$  полягає у знаходженні матриць  $\|c_{i1}\|$ ,  $\|c_{i2}\|$ ,  $\|c_{i3}\|$  і зводиться до чебишевської задачі наближення для наступної системи рівнянь:

$$F_{i3}(\tilde{X}[q_0]) - \tilde{Y}_i[q_0] = 0, \quad q_0 = \overline{1, k_0}, \quad i \in [1, m], \quad (2.10)$$

де

$$F_{i3}(\tilde{X}[q_0]) = c_{i1}\Phi_{i1}(\tilde{X}_1[q_1]) + c_{i2}\Phi_{i2}(\tilde{X}_2[q_2]) + c_{i3}\Phi_{i3}(\tilde{X}_3[q_3]), \quad q_0 \Leftrightarrow \langle q_1, q_2, q_3 \rangle.$$

Чебишевський критерій оцінювання якості розв'язання формалізують аналогічно до критеріїв попередніх задач. Результати розв'язання задачі характеризуються такими співвідношеннями:

$$\begin{aligned} \Delta_c^0 &= \min_{\|c\|} \max_{i \in [1, m]} |F_{i3}(\tilde{X}[q_0]) - \tilde{Y}_i[q_0]|; \\ \|c^0\| &= \arg \min_{\|c\|} \max_{i \in [1, m]} |F_{i3}(\tilde{X}[q_0]) - \tilde{Y}_i[q_0]|; \\ \|c^0\| &= \langle \|c_{i1}^0\|, \|c_{i2}^0\|, \|c_{i3}^0\| \rangle, \quad \|c\| = \langle \|c_{i1}\|, \|c_{i2}\|, \|c_{i3}\| \rangle. \end{aligned}$$

Відповідно до постановки задачі потрібно оцінити похибки функцій  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , відносно реальної функціональної залежності  $y_i = f_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1, m}$ . Якщо похибка виявиться практично неприйнятною, то необхідно усунути недолік. На практиці така задача найскладніша, оскільки реальна функціональна залежність визначається багатьма змінними  $n = n_1 + n_2 + n_3$ ;  $n \gg 10$ , характеризується багатовимірним дискретним масивом  $M_0$  з нерегулярними звітами, але її аналітична форма вигляду  $y_i = f_i(x_1, x_2, x_3)$  відсутня. Ці особливості виключають застосування типових методів аналізу та оцінювання похибки емпіричних даних. Пропонується скористатися прийомом кількаразового використання вихідного масиву. Його суть полягає в тому, що на основі  $M_0$  формують кілька (3—6) вибірок, з яких одна є повною (тобто збігається з  $M_0$ ), а інші мають пропуски даних, які не накладаються. На підставі кожної вибірки визначаються функції  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$ . Порівняння цих функцій між собою та значень функцій із пропущеними даними дасть змогу одержати потрібну інформацію для оцінювання похибки і прийняття рішення про необхідні заходи щодо її зменшення. Запропонований підхід до формування цільових функцій з урахуванням властивостей поліномів Чебишева дає можливість екстраполювати функції наближення, побудовані для відрізків  $[\tilde{d}_{j_s}^-, \tilde{d}_{j_s}^+]$ , на більш широкі відрізки  $[\tilde{d}_{j_s}^-, \tilde{d}_{j_s}^+]$ , що дає змогу прогнозувати властивості виробу за межами інтервалів випробувань.

## 2.2. ЗАВДАННЯ ТА ЕТАПИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ЦІЛЬОВИХ ФУНКЦІЙ В АДИТИВНОМУ ВИГЛЯДІ

Метою розв'язання задачі є відновлення цільових функцій в адитивному вигляді згідно з теоретичним матеріалом, поданим вище, за дискретною вибіркою. Перейдемо до конкретизації суті завдання.

### *Задано:*

- ◆ Вибірка вихідних даних.
- ◆ Метод вибору  $b_{i_0}$ .
- ◆ Метод розв'язання несумісних систем рівнянь.

### *Потрібно:*

◆ Побудувати за заданою дискретною вибіркою наближувальні функції (аналітичні та графічно представлені функціональні залежності), які з практично прийнятною похибкою в сенсі чебишевського наближення характеризують справжні функціональні залежності.

◆ Запропонувати свій варіант дискретної вибірки і побудувати наближувальні функції.

◆ Зробити письмовий звіт про виконану роботу.

◆ Знайти і навести наявну літературу з даного питання, зробити огляд.

Набори  $P_1, P_2, P_3$  — степені полінома Чебишева (Лежандра, Лагера, Ерміта та ін.) для  $x_1, x_2, x_3$  — варто підібрати самостійно, виходячи із критерію мінімуму максимального відхилення функцій:  $10^{-6} \leq \Delta^0 \leq 10^{-3}$ .

### *Вимоги:*

- ◆ сформулювати цільові функції;
- ◆ вивести на друк:
  - значення всіх проміжних коефіцієнтів ( $\lambda, \alpha, c$ ) і функцій ( $\Psi, \Phi$ );
  - вид отриманих функцій  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$  через:
    - $\Phi_{i1}(x_1), \Phi_{i2}(x_2), \Phi_{i3}(x_3)$ ;
    - поліноми Чебишева;
    - у формі звичайних багаточленів (доцільно це передбачити у файлі результатів) як у нормованому, так і у відновленому вигляді;
- ◆ побудувати графіки вихідних і отриманих функцій;
- ◆ оцінити похибку відновлених функцій  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$  стосовно вихідної заданої вибірки.

### *Етапи розв'язання задачі*

◆ Нормування всіх вихідних величин до інтервалу  $[0; 1]$ .

Використовуємо мінімальні і максимальні значення кожної зі змінних:

$$\tilde{x}_{1j1} = \frac{x_{1j1} - d_{1j1}^-}{d_{1j1}^+ - d_{1j1}^-}; \quad \tilde{x}_{1j1} \in [0, 1]; \quad x_{1j1} \in D_{1j1};$$

$$\tilde{x}_{2j2} = \frac{x_{2j2} - d_{2j2}^-}{d_{2j2}^+ - d_{2j2}^-}; \quad \tilde{x}_{2j2} \in [0, 1]; \quad x_{2j2} \in D_{2j2};$$



$$\tilde{x}_{3j_3} = \frac{x_{3j_3} - d_{3j_3}^-}{d_{3j_3}^+ - d_{3j_3}^-}; \quad \tilde{x}_{3j_3} \in [0, 1]; \quad x_{3j_3} \in D_{3j_3}.$$

І аналогічно для  $Y$ .

♦ Визначення коефіцієнтів при поліномах Чебишева — матриць  $\|\lambda\|$ .

Для визначення величини  $b_{iq_0}$  можливі наступні варіанти:

- $b_{iq_0}$  визначається середнім арифметичним значенням:

$$b_{iq_0} = \left\{ \frac{\max_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] + \min_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0]}{2} \right\}, \quad q_0 = \overline{1, k_0};$$

- $b_{iq_0}$  приймаються рівними нормованим значенням  $Y_i[q]$ ,  $i = \overline{1, m}$ ;
- $b_{iq_0}$  визначається шириною інтервалу:

$$b_{iq_0} = \left\{ \max_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] - \min_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] \right\}, \quad q_0 = \overline{1, k_0}.$$

Зміщені поліноми Чебишева мають вигляд

$$T_k^*(x) = T_k(2x - 1) \quad (\text{рекурентна формула}),$$

$$T_0^*(x) = 0,5.$$

У загальному випадку для визначення  $\|\lambda\|$  маємо систему рівнянь:

1-й спосіб

$$\begin{aligned} \tilde{Y}_{cp}(q) = & \sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{p_1=0}^{P_1} \lambda_{1j_1 p_1} T_{p_1}^*(\tilde{x}_{1j_1}[q]) + \sum_{j_2=1}^{n_2} \sum_{p_2=0}^{P_2} \lambda_{2j_2 p_2} T_{p_2}^*(\tilde{x}_{2j_2}[q]) + \\ & + \sum_{j_3=1}^{n_3} \sum_{p_3=0}^{P_3} \lambda_{3j_3 p_3} T_{p_3}^*(\tilde{x}_{3j_3}[q]), \end{aligned}$$

$q = 1, \dots, n$  — число рівнянь.

Кількість невідомих:

$$n_1(P_1 + 1) + n_2(P_2 + 1) + n_3(P_3 + 1),$$

де  $n_1, n_2, n_3$  — розмірності векторів  $x_1, x_2, x_3$ ;  $P_1, P_2, P_3$  — порядок (максимальний степінь для розрахунків) зміщених поліномів Чебишева.

2-й спосіб

не єдиною системою рівнянь для  $\|\lambda\|$ , а окремо розв'язуємо три системи для кожного  $\|\lambda_1\|$ ,  $\|\lambda_2\|$ ,  $\|\lambda_3\|$ , ліва частина скрізь однакова — середньозважені значення  $Y_i$ .

## 2.2. Завдання та етапи розв'язання задачі відновлення цільових функцій в адитивному вигляді

В програмі варто передбачити обидва способи.

♦ Визначення структури векторів  $x_1, x_2, x_3$  — матриць  $\|a\|$ .

Після визначення матриць  $\|\lambda\|$  обчислюються значення функцій  $\Psi$ :

$$\Psi_{1j_1}(\tilde{x}_{1j_1}) = \sum_{p_1=0}^{p_1} \lambda_{1j_1 p_1} T_{p_1}^*(\tilde{x}_{1j_1});$$

$$\Psi_{2j_2}(\tilde{x}_{2j_2}) = \sum_{p_2=0}^{p_2} \lambda_{2j_2 p_2} T_{p_2}^*(\tilde{x}_{2j_2});$$

$$\Psi_{3j_3}(\tilde{x}_{3j_3}) = \sum_{p_3=0}^{p_3} \lambda_{3j_3 p_3} T_{p_3}^*(\tilde{x}_{3j_3}).$$

Матриці  $\|a\|$  визначаються для кожної  $i$ -ї функції окремо:

$$\tilde{Y}_1(q) = \sum_{j_1=1}^{n_1} a_{1j_1}^{(i)} \Psi_{1j_1}(\tilde{x}_{1j_1}[q]);$$

$$\tilde{Y}_2(q) = \sum_{j_2=1}^{n_2} a_{2j_2}^{(i)} \Psi_{2j_2}(\tilde{x}_{2j_2}[q]);$$

$$\tilde{Y}_3(q) = \sum_{j_3=1}^{n_3} a_{3j_3}^{(i)} \Psi_{3j_3}(\tilde{x}_{3j_3}[q]),$$

$q = 1, \dots, n$  для всіх трьох систем рівнянь, а число невідомих визначається розмірностями векторів  $x_1, x_2, x_3$ . У лівій частині цих рівнянь — нормовані табличні значення  $Y_i(q)$ .

♦ Визначення структури векторів функцій  $\Phi_i$  — матриць  $\|c\|$ .

Після знаходження  $\|a\|$  обчислюються значення наступних функцій ( $q = 1, \dots, n$ ):

$$\Phi_{1i}(\tilde{x}_1[q]) = \sum_{j_1=1}^{n_1} a_{1j_1}^{(i)} \Psi_{1j_1}(\tilde{x}_{1j_1}[q]);$$

$$\Phi_{2i}(\tilde{x}_2[q]) = \sum_{j_2=1}^{n_2} a_{2j_2}^{(i)} \Psi_{2j_2}(\tilde{x}_{2j_2}[q]);$$

$$\Phi_{3i}(\tilde{x}_3[q]) = \sum_{j_3=1}^{n_3} a_{3j_3}^{(i)} \Psi_{3j_3}(\tilde{x}_{3j_3}[q]).$$

*Зауваження.* Функції  $\Psi$  для різних цільових функцій залишаються однаковими (в останніх формулах відсутня залежність від  $i$ ).

І, нарешті, уточнюється внесок кожної функції  $\Phi_{1i}, \Phi_{2i}, \Phi_{3i}$  у функції  $\Phi_i$ :

$$\Phi_i(x_1, x_2, x_3) = c_{1i} \Phi_{1i}(x_1) + c_{2i} \Phi_{2i}(x_2) + c_{3i} \Phi_{3i}(x_3).$$

Матриці  $\|c\|$  визначаються для кожної  $i$ -ї функції окремо.

Як і при визначенні  $\|a\|$ , у лівій частині рівнянь беруть нормовані вихідні значення  $Y_i(q)$ :

$$Y_i(q) = c_{1i}\Phi_{1i}(\tilde{x}_1[q]) + c_{2i}\Phi_{2i}(\tilde{x}_2[q]) + c_{3i}\Phi_{3i}(\tilde{x}_3[q]).$$

У кожній із  $i$  систем рівнянь будуть три невідомих коефіцієнти  $c$  і  $n$  ( $q = 1, \dots, n$ ) рівнянь.

♦ Перерахування коефіцієнтів отриманих багаточленів через зворотні формули нормування.

### 2.3. ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ

Розглянемо задачу відновлення функцій наближення  $y_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1, 4}$ , за заданими дискретними значеннями  $X_s$ ,  $s = \overline{1, 3}$  і  $Y_i$ ,  $i = \overline{1, 4}$ , вибірки, наведеної у табл. 2.1. Розмірності векторів  $X_1, X_2, X_3$  становлять відповідно  $n_1 = 2$ ;  $n_2 = 2$ ,  $n_3 = 2$ ; обсяг вибірки  $q_0 = \overline{1, 50}$ ; кількість цільових функцій  $m = 4$ .

На рис. 2.2 наведено вікно програми з завданням вихідних характеристик та отриманими результатами розв'язання задачі.

Відновлені функції  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1, 4}$ , за дискретними значеннями вибірки одержані агрегуванням відповідних розв'язків на підставі співвідношень (2.1) і мають такий вигляд:

$$\Phi_1(x_1, x_2, x_3) = 0,6057\Phi_{11}(x_1) - 0,0810\Phi_{12}(x_2) + 0,5220\Phi_{13}(x_3);$$

$$\Phi_2(x_1, x_2, x_3) = 0,6334\Phi_{21}(x_1) - 0,0664\Phi_{22}(x_2) + 0,4801\Phi_{23}(x_3);$$

$$\Phi_3(x_1, x_2, x_3) = 0,6461\Phi_{31}(x_1) - 0,0658\Phi_{32}(x_2) + 0,4677\Phi_{33}(x_3);$$

$$\Phi_4(x_1, x_2, x_3) = 0,6455\Phi_{41}(x_1) - 0,0771\Phi_{42}(x_2) + 0,4824\Phi_{43}(x_3).$$

Ті самі відновлені функції  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1, 4}$ , виражені через зміщені поліноми Чебишева, мають наступний вигляд:

$$\begin{aligned} \Phi_1(x_1, x_2, x_3) = & 0,2961T_0^*(x_{11}) + 0,0621T_1^*(x_{11}) - 0,0058T_2^*(x_{11}) - \\ & - 0,0024T_3^*(x_{11}) - 0,2851T_0^*(x_{12}) + 0,1783T_1^*(x_{12}) + 0,0222T_2^*(x_{12}) + \\ & + 0,0000T_3^*(x_{12}) - 0,0313T_0^*(x_{21}) + 0,0053T_1^*(x_{21}) - 0,0025T_2^*(x_{21}) + \\ & + 0,0000T_3^*(x_{21}) - 0,0304T_0^*(x_{22}) - 0,0173T_1^*(x_{22}) - 0,0056T_2^*(x_{22}) - \\ & - 0,0001T_3^*(x_{22}) + 0,2220T_0^*(x_{31}) + 0,1639T_1^*(x_{31}) + 0,0409T_2^*(x_{31}) - \\ & - 0,0104T_3^*(x_{31}) + 0,2193T_0^*(x_{32}) + 0,0529T_1^*(x_{32}) - 0,0171T_2^*(x_{32}) + 0,0000T_3^*(x_{32}); \\ \Phi_2(x_1, x_2, x_3) = & 0,3133T_0^*(x_{11}) + 0,0657T_1^*(x_{11}) - 0,0061T_2^*(x_{11}) - \\ & - 0,0025T_3^*(x_{11}) + 0,3204T_0^*(x_{12}) + 0,2004T_1^*(x_{12}) + 0,0250T_2^*(x_{12}) + \\ & + 0,0000T_3^*(x_{12}) - 0,0265T_0^*(x_{21}) - 0,0045T_1^*(x_{21}) - 0,0021T_2^*(x_{21}) + 0,0001T_3^*(x_{21}) - \end{aligned}$$

### 2.3. Приклад роз'язання задачі відновлення функціональних залежностей

Таблиця 2.1. Вихідні дискретні дані для  $X_1[X_{11}, X_{12}]$ ,  $X_2[X_{21}, X_{22}]$ ,  $X_3[X_{31}, X_{32}]$

та  $Y_i[X_1, X_2, X_3]$ ,  $i = \overline{1, 4}$

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
1	0	0	0	0	0	0	0,844	1,0128	0,7596	0,70896
2	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	1,137962	1,251758	0,91037	0,864851
3	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	1,380722	1,656866	1,24265	1,159806
4	0,03	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	1,525082	1,67759	1,220066	1,159062
5	0,45	0	0,7	1	1,1	0,46	2,4676	2,96112	2,22084	2,072784
6	1,5	1,9	0,4	1,5	1,5	0,56	5,472	6,0192	4,3776	4,15872
7	0	2	0,3	1,6	0,4	0,66	3,7668	4,52016	3,39012	3,164112
8	0	0,21	0,2	1,7	0,3	0,76	2,1842	2,40262	1,74736	1,659992
9	0	0,22	0,1	0	0,2	0,08	1,1624	1,39488	1,04616	0,976416
10	0,1	0,3	0,7	1	0,1	0,96	1,9056	2,09616	1,52448	1,448256
11	0	0,4	0,6	1	1	1	2,664	3,1968	2,3976	2,23776
12	0,5	0,5	0,5	1	0	1	2,184	2,4024	1,7472	1,65984
13	0,6	0,6	0,4	0,96	0,95	0,94	2,946602	3,535922	2,651942	2,475146
14	0,5	0,43	0,3	0,2	0	0,84	1,7658	1,94238	1,41264	1,342008
15	0	0	0,4	0,4	0,62	0,74	1,565824	1,878989	1,409242	1,315292
16	0,3	0,23	0	0,6	0,72	0,64	1,931464	2,12461	1,545171	1,467913
17	0	0,13	0,6	0,8	0	0,54	1,4398	1,72776	1,29582	1,209432
18	0,01	0,9	0,09	0	0,92	0,44	2,464144	2,710558	1,971315	1,872749
19	0	1	1	0	1	0,34	2,796	3,3552	2,5164	2,34864
20	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	1,472322	1,619554	1,177858	1,118965
21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	1,228682	1,474418	1,105814	1,032093
22	1	0	1	0	1	0	2,194	2,4134	1,7552	1,66744
23	0,1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,1	2,5468	3,05616	2,29212	2,139312
24	0	0,31	0	0,3	0,8	0,2	1,7502	1,92522	1,40016	1,330152
25	0,87	0	0,88	0,2	0,7	0,3	1,9092	2,29104	1,71828	1,603728
26	0,97	0,11	0	0,1	0,6	0,4	1,7998	1,97978	1,43984	1,367848
27	1	0	1	0	0,5	0,5	1,854	2,2248	1,6686	1,55736
28	0,1	0	0,7	1	0,4	0,6	1,6836	1,85196	1,34688	1,279536
29	0	1,5	0,8	0	0,3	0,7	2,6924	3,23088	2,42316	2,261616
30	0,4	1,3	0,9	0	0,2	0,8	2,6704	2,93744	2,13632	2,029504
31	0	1,1	1	0	0,1	0,9	2,3376	2,80512	2,10384	1,963584
32	1	0	0	1	0	1	1,834	2,0174	1,4672	1,39384
33	1	0	0	1	1	0	2,284	2,7408	2,0556	1,91856
34	0,93	0,12	0,11	0,9	0,99	0,18	2,379146	2,617061	1,903317	1,808151
35	0,41	0,68	0,4	1	0	0,22	2,056	2,4672	1,8504	1,72704
36	0,31	0	0,3	0,7	1	0,36	2,0428	2,24708	1,63424	1,552528
37	0	0,88	0,2	0,8	0	0,4	1,9928	2,39136	1,79352	1,673952
38	0,11	0	0,1	0,56	0,55	0,54	1,476842	1,624526	1,181474	1,1224
39	0	1	0	0,4	0,49	0,68	2,263746	2,716495	2,037371	1,901547
40	0	0,7	1	0,34	0,33	0,72	2,085026	2,293529	1,668021	1,58462
41	1,5	0,8	0	0,28	0,27	0,86	2,570682	3,084818	2,313614	2,159373
42	0,15	0,94	0,93	0,12	0,11	0,9	2,255034	2,480537	1,804027	1,713826
43	0	1	1	0	0	1	2,244	2,6928	2,0196	1,88496
44	1	0	1	0	0	1	1,744	1,9184	1,3952	1,32544
45	0,91	0,12	0,93	0,14	0,15	0,96	1,857962	2,229554	1,672166	1,560688
46	0,87	0,28	0,89	0,2	0,21	0,82	1,971986	2,169185	1,577589	1,498709
47	0,73	0,34	0,75	0,36	0,37	0,78	2,049986	2,459983	1,844987	1,721988
48	0,69	0,95	1	0	1,76	0,64	4,302296	4,732526	3,441837	3,269745
49	0,55	0,84	0	0,46	0,38	0,5	2,225376	2,670451	2,002838	1,869316
50	0,41	0,73	0,12	0,45	0,36	0,46	2,067066	2,273773	1,653653	1,57097

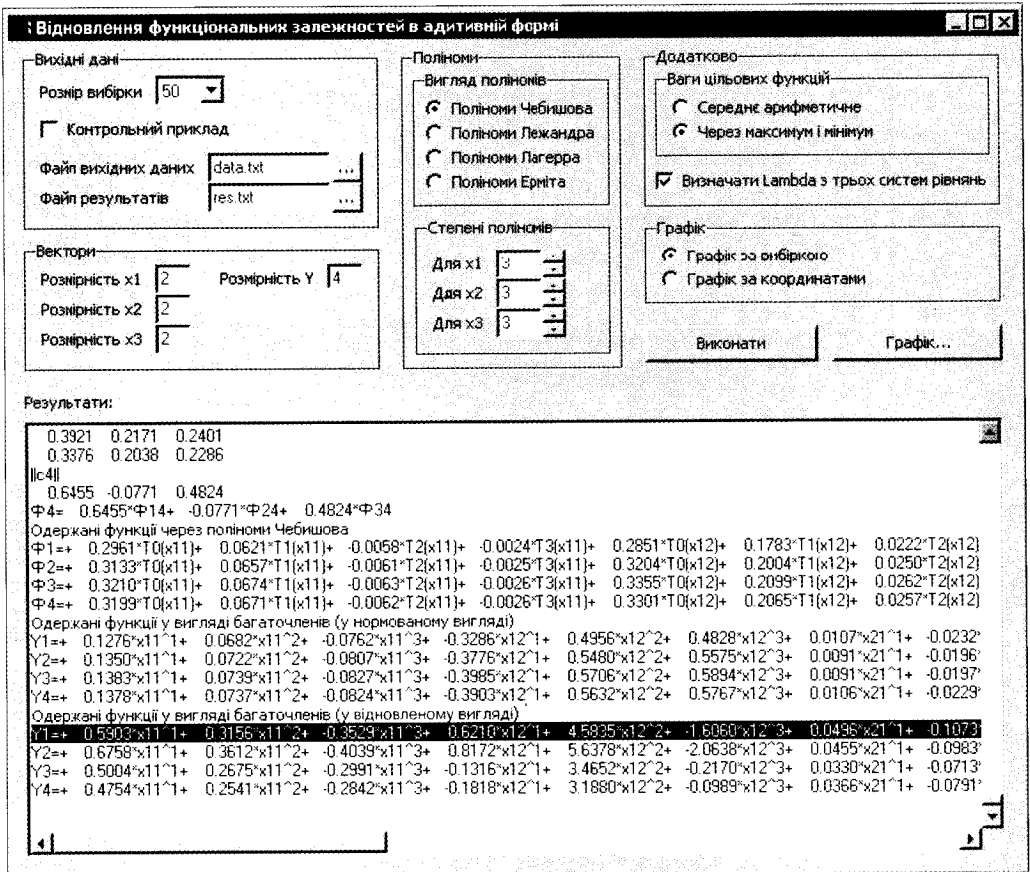


Рис. 2.2. Вікно програми з завданням вихідних характеристик та отриманими результатами розв'язання задачі для прикладу 1

$$\begin{aligned}
 & -0,0258T_0^*(x_{22}) - 0,0147T_1^*(x_{22}) - 0,0048T_2^*(x_{22}) - 0,0000T_3^*(x_{22}) + \\
 & + 0,2067T_0^*(x_{31}) + 0,1526T_1^*(x_{31}) + 0,0381T_2^*(x_{31}) - 0,0097T_3^*(x_{31}) + \\
 & + 0,2089T_0^*(x_{32}) + 0,0504T_1^*(x_{32}) - 0,0163T_2^*(x_{32}) + 0,0000T_3^*(x_{32}); \\
 & \Phi_3(x_1, x_2, x_3) = 0,3210T_0^*(x_{11}) + 0,0674T_1^*(x_{11}) - 0,0063T_2^*(x_{11}) - \\
 & - 0,0026T_3^*(x_{11}) + 0,3355T_0^*(x_{12}) + 0,2099T_1^*(x_{12}) + 0,0262T_2^*(x_{12}) + \\
 & + 0,0000T_3^*(x_{12}) - 0,0266T_0^*(x_{21}) - 0,0045T_1^*(x_{21}) - 0,0021T_2^*(x_{21}) + \\
 & + 0,0001T_3^*(x_{21}) - 0,0259T_0^*(x_{22}) - 0,0148T_1^*(x_{22}) - 0,0048T_2^*(x_{22}) - 0,0000T_3^*(x_{22}) + \\
 & + 0,2023T_0^*(x_{31}) + 0,1493T_1^*(x_{31}) + 0,0373T_2^*(x_{31}) - 0,0095T_3^*(x_{31}) + \\
 & + 0,2062T_0^*(x_{32}) + 0,0498T_1^*(x_{32}) - 0,0161T_2^*(x_{32}) + 0,0000T_3^*(x_{32});
 \end{aligned}$$

### 2.3. Приклад роз'язання задачі відновлення функціональних залежностей

$$\begin{aligned} \Phi_4(x_1, x_2, x_3) = & 0,3199T_0^*(x_{11}) + 0,0671T_1^*(x_{11}) - 0,0062T_2^*(x_{11}) - \\ & -0,0026T_3^*(x_{11}) + 0,3301T_0^*(x_{12}) + 0,2065T_1^*(x_{12}) + 0,0257T_2^*(x_{12}) + \\ & +0,0000T_3^*(x_{12}) - 0,0309T_0^*(x_{21}) - 0,0052T_1^*(x_{21}) - 0,0025T_2^*(x_{21}) + \\ & +0,0001T_3^*(x_{21}) - 0,0301T_0^*(x_{22}) - 0,0172T_1^*(x_{22}) - 0,0056T_2^*(x_{22}) - \\ & -0,0000T_3^*(x_{22}) + 0,2081T_0^*(x_{31}) + 0,1536T_1^*(x_{31}) + 0,0384T_2^*(x_{31}) - \\ & -0,0097T_3^*(x_{31}) + 0,2112T_0^*(x_{32}) + 0,0510T_1^*(x_{32}) - 0,0165T_2^*(x_{32}) + 0,0000T_3^*(x_{32}). \end{aligned}$$

Функції  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1,4}$ , у формі багаточленів для нормованих змінних мають вигляд

$$\begin{aligned} \Phi_1(x_1, x_2, x_3) = & 0,1276x_{11} + 0,0682x_{11}^2 - 0,0762x_{11}^3 - 0,3286x_{12} + \\ & +0,4956x_{12}^2 + 0,4828x_{12}^3 + 0,0107x_{21} - 0,0232x_{21}^2 + 0,0020x_{21}^3 - \\ & -0,0130x_{22} + 0,0859x_{22}^2 - 0,1747x_{22}^3 - 0,1867x_{31} + 0,8261x_{31}^3 - \\ & -0,3325x_{31}^3 - 0,4800x_{32} + 2,8984x_{32}^2 - 1,5457x_{32}^3 - 0,1978; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi_2(x_1, x_2, x_3) = & 0,1350x_{11} + 0,0722x_{11}^2 - 0,0807x_{11}^3 - 0,3776x_{12} + \\ & +0,5480x_{12}^2 + 0,5575x_{12}^3 + 0,0091x_{21} - 0,0196x_{21}^2 + 0,0017x_{21}^3 - \\ & -0,0110x_{22} + 0,0729x_{22}^2 - 0,1482x_{22}^3 - 0,1738x_{31} + 0,7691x_{31}^2 - \\ & -0,3095x_{31}^3 - 0,4533x_{32} + 2,7253x_{32}^2 - 1,4509x_{32}^3 - 0,2024; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi_3(x_1, x_2, x_3) = & 0,1383x_{11} + 0,0739x_{11}^2 - 0,0827x_{11}^3 - 0,3985x_{12} + \\ & +0,5706x_{12}^2 + 0,5894x_{12}^3 + 0,0091x_{21} - 0,0197x_{21}^2 + 0,0017x_{21}^3 - \\ & -0,0111x_{22} + 0,0732x_{22}^2 - 0,1488x_{22}^3 - 0,1701x_{31} + 0,7526x_{31}^2 - \\ & -0,3029x_{31}^3 - 0,4459x_{32} + 2,6770x_{32}^2 - 1,4243x_{32}^3 - 0,2052; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi_4(x_1, x_2, x_3) = & 0,1378x_{11} + 0,0737x_{11}^2 - 0,0824x_{11}^3 - 0,3903x_{12} + \\ & +0,5632x_{12}^2 + 0,5767x_{12}^3 + 0,0106x_{21} - 0,0229x_{21}^2 + 0,0020x_{21}^3 - \\ & -0,0129x_{22} + 0,0851x_{22}^2 - 0,1730x_{22}^3 - 0,1750x_{31} + 0,7744x_{31}^2 - \\ & -0,3116x_{31}^3 - 0,4575x_{32} + 2,7488x_{32}^2 - 1,4630x_{32}^3 - 0,2058. \end{aligned}$$

Остаточно отримуємо функції  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1,4}$ , у формі багаточленів для ненормованих змінних:

$$\begin{aligned} \Phi_1(x_1, x_2, x_3) = & 0,5903x_{11} + 0,3156x_{11}^2 - 0,3529x_{11}^3 + 0,6210x_{12} + \\ & +4,5835x_{12}^2 - 1,6060x_{12}^3 + 0,0496x_{21} - 0,1073x_{21}^2 + 0,0092x_{21}^3 + \end{aligned}$$

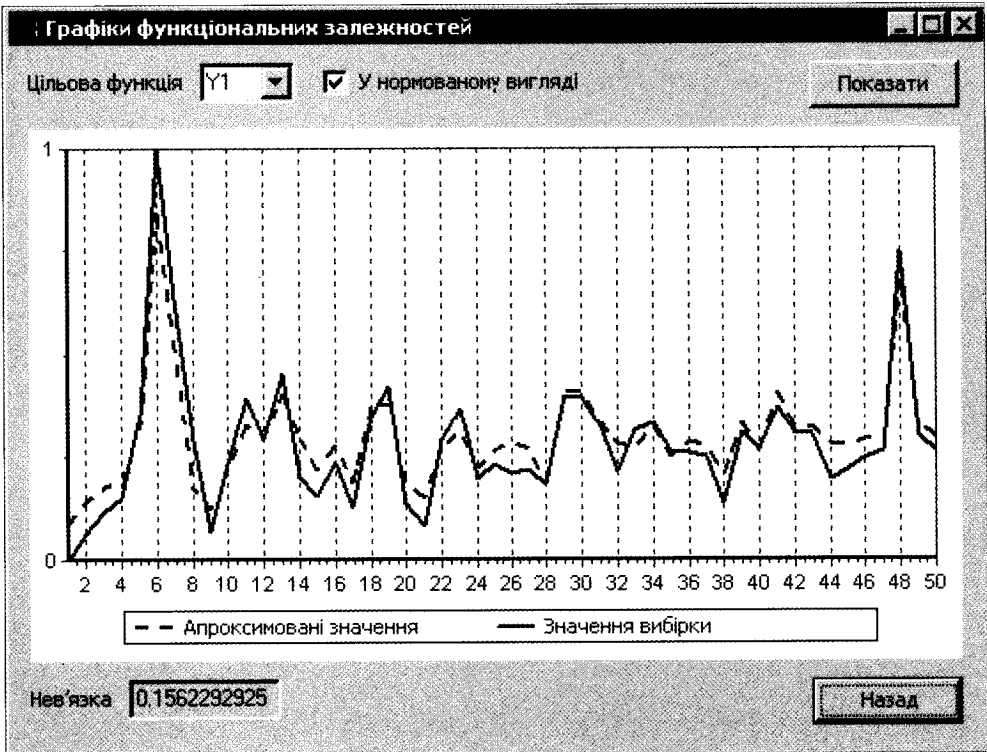


Рис. 2.3. Відновлена функціональна залежність  $\Phi_1(x_1, x_2, x_3)$  і графік функції  $Y_1[X_1, X_2, X_3]$

$$\begin{aligned}
 &+0,1199x_{22} - 0,3809x_{22}^2 - 0,7086x_{22}^3 - 0,8640x_{31} + 3,8234x_{31}^2 - \\
 &-1,5386x_{31}^3 - 5,3562x_{32} + 41,1563x_{32}^2 - 23,9001x_{32}^3 - 0,0716; \\
 \Phi_2(x_1, x_2, x_3) = &0,6758x_{11} + 0,3612x_{11}^2 - 0,4039x_{11}^3 + 0,8172x_{12} + \\
 &+5,6378x_{12}^2 - 2,0638x_{12}^3 + 0,0455x_{21} - 0,0983x_{21}^2 + 0,0084x_{21}^3 + \\
 &+0,1271x_{22} - 0,4232x_{22}^2 - 0,6406x_{22}^3 - 0,8701x_{31} + 3,8506x_{31}^2 - \\
 &-1,5496x_{31}^3 - 5,7552x_{32} + 44,4979x_{32}^2 - 25,8884x_{32}^3 - 0,0005; \\
 \Phi_3(x_1, x_2, x_3) = &0,5004x_{11} + 0,2675x_{11}^2 - 0,2991x_{11}^3 - 0,1316x_{12} + \\
 &+3,4652x_{12}^2 - 0,2170x_{12}^3 + 0,0330x_{21} - 0,0713x_{21}^2 + 0,0061x_{21}^3 + \\
 &+0,0463x_{22} - 0,1087x_{22}^2 - 0,4904x_{22}^3 - 0,6153x_{31} + 2,7229x_{31}^2 - \\
 &-1,0958x_{31}^3 - 3,2243x_{32} + 23,9426x_{32}^2 - 13,7591x_{32}^3 + 0,0174; \\
 \Phi_4(x_1, x_2, x_3) = &0,4754x_{11} + 0,2541x_{11}^2 - 0,2842x_{11}^3 - 0,1818x_{12} +
 \end{aligned}$$

## 2.4. Питання для підготовки до виконання роботи

$$\begin{aligned} &+3,1880x_{12}^2 - 0,0989x_{12}^3 + 0,0366x_{21} - 0,0791x_{21}^2 + 0,0068x_{21}^3 + \\ &+0,0453x_{22} - 0,0942x_{22}^2 - 0,5470x_{22}^3 - 0,6037x_{31} + 2,6714x_{31}^2 - \\ &-1,0750x_{31}^3 - 3,0571x_{32} + 22,5711x_{32}^2 - 12,9475x_{32}^3 - 0,0009. \end{aligned}$$

На рис. 2.3 наведено відновлену функціональну залежність  $\Phi_1(x_1, x_2, x_3)$  і графік функції  $Y_1[X_1, X_2, X_3]$  за дискретними значеннями вибірки для прикладу 1.

### 2.4. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. У чому полягає принципова відмінність задачі відновлення функціональних залежностей за умов концептуальної невизначеності від типової задачі відновлення функціональної залежності?

2. Які принципові особливості формування функціональних залежностей у задачі розкриття концептуальної невизначеності?

3. На чому ґрунтується підхід до побудови наближувальних функцій, що з практично прийнятною похибкою характеризують реальні функціональні залежності?

4. Чому наближувальні функції формують у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей?

5. Як реалізовано процес агрегування послідовності відповідних розв'язків в остаточний розв'язок?

6. Чим зумовлено вибір кількості цільових функцій, їхніх аналітичних форм, обґрунтування їхнього змісту і призначення?

7. За яких обмежень і припущень можна одночасно розкривати кілька видів невизначеностей?

8. Чим зумовлено вибір класу і структури наближувальних функцій під час формування функціональних залежностей?

9. Чим зумовлений вибір критеріїв під час побудови наближувальних функцій за дискретною вибіркою?

10. У чому полягає специфіка екстремальних властивостей шуканих наближувальних функцій?

11. У чому полягає пошук раціонального компромісу між суперечливими вимогами?

12. За яких умов шукані функції від декількох змінних можна подати у вигляді суперпозиції функцій від однієї змінної?

13. За яких умов шукані функції формують у класі адитивних або мультиплікативних функцій?

14. У чому полягають особливості та властивості поліномів Чебишева?

15. Який критерій доцільно застосовувати при розв'язанні задачі відновлення функціональної залежності?

16. Які є методи розв'язання несумісних лінійних систем рівнянь? Які їхні принципові особливості?



## 2.5. ВАРІАНТИ ЗАВДАННЯ

У табл. 2.2—2.9 в якості вихідних даних для відновлення функціональних залежностей наведено дискретно задані вибірки.

## Вибірка 1

Таблиця 2.2. Вихідні дискретні дані для  $X_1[X_{11}, X_{12}]$ ,  $X_2[X_{21}, X_{22}]$ ,  $X_3[X_{31}, X_{32}, X_{33}]$ 

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$
1	2,050	22,015	1,050	4,015	5,000	1,000	8,100
2	5,150	16,100	1,150	9,109	15,800	2,100	4,200
3	8,200	10,125	1,192	14,125	22,500	2,500	3,500
4	11,250	4,175	1,250	19,175	28,700	3,510	2,720
5	14,325	1,200	4,325	24,198	34,500	4,200	2,530
6	17,350	0,250	8,350	29,251	39,000	5,020	2,100
7	20,490	5,400	12,411	34,495	46,700	8,200	1,150
8	23,698	10,500	16,505	28,498	53,800	10,100	0,720
9	26,900	15,700	20,610	22,598	65,000	12,800	0,540
10	29,450	20,700	24,695	16,699	82,000	14,400	0,150
11	32,750	25,750	21,750	9,748	95,400	16,700	0,550
12	28,800	30,775	18,804	4,775	102,800	18,500	1,760
13	24,950	35,800	15,850	2,798	117,000	21,300	2,230
14	20,840	40,850	12,050	7,850	129,780	25,700	4,610
15	16,910	34,855	9,910	13,855	99,000	29,900	6,160
16	10,925	22,865	5,925	19,865	85,500	32,500	8,250
17	4,929	16,885	1,011	25,875	71,900	28,700	12,370
18	2,933	4,915	5,933	31,899	57,500	24,200	14,260
19	1,935	8,950	10,935	37,951	43,580	19,100	16,510
20	3,950	16,975	16,950	42,975	29,400	19,700	19,740
21	9,810	20,995	22,950	35,015	15,500	21,000	15,140
22	12,750	24,975	28,108	27,975	12,500	23,560	13,350
23	15,150	28,950	34,251	19,950	9,800	25,300	8,580
24	18,200	32,900	38,204	12,915	6,500	28,700	6,740
25	21,450	36,875	34,248	6,875	4,400	31,560	4,850
26	24,325	40,865	28,325	1,865	2,500	37,100	6,210
27	27,350	46,855	23,351	5,855	1,300	34,700	9,520
28	30,400	52,850	18,408	9,850	4,700	26,200	10,750
29	34,500	47,775	13,495	14,775	11,200	23,700	12,950
30	29,600	42,750	8,607	19,750	14,700	20,360	8,100
31	24,700	37,710	3,697	25,697	17,800	17,700	4,150
32	19,750	32,603	1,750	31,605	20,100	13,340	2,360
33	14,800	27,495	2,798	37,495	40,520	11,720	1,350
34	9,850	22,394	5,850	44,415	65,200	9,900	2,130
35	4,907	17,245	8,913	36,255	80,760	7,740	4,570
36	1,910	12,192	12,910	28,205	91,100	6,360	6,750
37	6,925	7,175	17,925	19,175	109,500	5,700	9,260
38	12,929	2,125	22,929	9,125	122,900	4,750	11,790
39	18,010	1,105	27,933	3,091	128,300	3,650	13,120
40	24,935	3,010	21,935	1,985	94,500	3,520	15,360
41	19,950	13,110	15,950	4,115	57,600	2,720	12,850
42	14,020	18,115	3,995	9,115	35,800	2,340	10,340
43	9,050	12,128	9,950	15,120	15,260	2,160	12,680
44	4,935	6,131	17,935	22,130	9,520	1,760	14,320
45	1,925	2,135	25,925	29,135	4,800	1,480	16,160

## 2.5. Варіанти завдання

Таблиця 2.3. Вихідні дискретні дані для  $Y_i[X_1, X_2, X_3]$ ,  $i = \overline{1,4}$

$q_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$q_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
1	154,621	158,145	219,406	227,683	24	2321,321	19883,435	644,716	239,425
2	398,163	173,368	192,651	190,123	25	2891,845	14972,834	829,942	122,147
3	587,411	271,084	187,691	183,576	26	3308,614	9080,562	949,316	95,954
4	767,197	383,567	78,793	174,789	27	3529,956	7887,987	1148,231	150,492
5	966,547	493,813	79,497	154,316	28	4730,129	5688,951	1347,987	254,897
6	1153,789	601,378	177,082	132,817	29	5917,152	3455,494	1542,967	458,289
7	1210,926	855,579	267,758	257,425	30	8678,654	1211,209	1732,856	672,164
8	1851,381	960,432	371,956	289,519	31	9212,145	996,197	1915,632	853,356
9	1987,364	1176,283	491,123	321,374	32	12886,243	677,325	1493,135	427,168
10	2536,123	1293,657	512,859	549,173	33	12362,345	364,615	1177,824	206,123
11	2292,341	1578,624	653,717	784,136	34	10632,879	152,534	963,453	182,659
12	1988,324	2354,324	717,965	879,152	35	9267,156	45,178	779,167	93,834
13	1326,939	3478,926	955,912	901,239	36	7070,531	36,176	580,836	71,345
14	857,128	4588,675	1169,359	1225,482	37	4984,243	20,364	287,192	66,841
15	605,327	5499,367	1292,924	1340,976	38	2881,956	10,428	185,834	93,952
16	458,386	6468,567	1318,549	1875,846	39	1616,829	8,475	301,985	109,463
17	218,859	7353,932	1257,354	1916,124	40	973,329	16,924	528,591	233,415
18	195,737	9335,124	984,167	863,928	41	449,421	54,183	602,861	308,613
19	106,168	11261,946	716,375	703,153	42	225,356	96,324	705,817	407,319
20	185,761	12151,387	541,326	631,195	43	176,578	176,457	978,473	282,263
21	790,639	13910,519	475,651	571,588	44	170,948	195,814	1081,417	184,132
22	1323,784	15485,142	244,856	436,847	45	168,334	204,549	1178,653	61,953
23	1831,438	17688,125	448,314	341,842					

### Вибірка 2

Таблиця 2.4. Вихідні дискретні дані для  $X_1[X_{11}, X_{12}]$ ,  $X_2[X_{21}, X_{22}]$ ,  $X_3[X_{31}, X_{32}, X_{33}]$

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$
1	6,050	12,015	1,050	9,015	10,000	1,000	6,100
2	8,150	10,100	1,150	9,109	15,800	2,100	4,200
3	10,200	8,125	1,192	9,125	22,500	2,500	3,500
4	12,250	6,175	2,250	9,175	25,700	3,510	2,720
5	14,325	5,200	4,325	9,198	32,500	4,200	2,530
6	16,350	4,250	6,350	9,251	35,000	5,020	2,100
7	18,490	3,400	8,411	9,495	40,700	8,200	1,150
8	20,698	2,500	10,505	10,498	51,800	10,100	0,720
9	22,900	2,700	12,610	11,598	65,000	12,800	0,540
10	18,450	3,700	14,695	13,699	82,000	14,400	0,150
11	16,750	4,750	15,750	15,748	95,400	14,700	0,550
12	14,800	5,775	17,804	17,775	102,800	15,500	1,760
13	12,950	6,800	19,850	19,798	117,000	16,300	2,230
14	10,840	7,850	18,050	21,850	125,780	16,700	3,610
15	8,910	8,855	16,910	23,855	97,000	16,900	5,160
16	15,925	10,865	14,925	25,865	95,500	17,500	8,250
17	14,929	12,885	12,011	27,875	93,900	17,700	11,370
18	13,933	14,915	10,933	25,899	91,500	18,200	13,260
19	12,935	16,950	8,935	23,951	79,580	19,100	15,510
20	11,950	18,975	6,950	21,975	55,400	19,500	17,740
21	10,810	20,995	4,950	19,015	31,500	21,000	13,140
22	8,750	22,975	2,108	17,975	12,500	23,560	11,350

Закінчення табл. 2.4

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$
23	6,150	19,950	1,251	15,950	10,800	25,300	8,580
24	5,200	18,900	3,204	13,915	8,500	28,700	6,740
25	4,450	17,875	5,248	11,875	4,400	31,560	4,850
26	7,325	15,865	8,325	9,865	2,500	27,100	6,210
27	8,350	13,855	11,351	7,855	5,300	24,700	9,520
28	9,400	11,850	15,408	5,850	8,700	26,200	10,750
29	10,500	9,775	17,495	3,775	11,200	23,700	8,100
30	12,600	7,750	15,607	1,750	14,700	20,360	6,100
31	14,700	5,710	13,697	3,697	17,800	17,700	4,150
32	16,750	3,603	11,750	5,605	20,100	13,340	2,360
33	18,800	2,495	9,798	7,495	40,520	11,720	1,350
34	19,850	4,394	7,850	9,415	65,200	9,900	2,130
35	17,907	6,245	5,913	11,255	80,760	7,740	4,570
36	15,910	8,192	3,910	13,205	91,100	6,360	6,750
37	13,925	10,175	2,925	11,175	109,500	5,700	9,260
38	11,929	12,125	1,929	9,125	122,900	4,750	11,790
39	9,010	14,105	3,933	7,091	108,300	3,650	13,120
40	7,935	12,010	5,935	5,985	84,500	3,520	15,360
41	5,950	10,110	7,950	3,115	58,600	2,720	12,850
42	5,020	8,115	9,995	1,115	35,800	2,340	10,340
43	4,050	6,128	11,950	2,120	15,260	2,160	8,680
44	5,935	4,131	13,935	4,130	9,520	1,760	5,320
45	6,925	2,135	15,925	6,135	4,800	1,480	2,160

Таблиця 2.5. Вихідні дискретні дані для  $Y_i[X_1, X_2, X_3]$ ,  $i = \overline{1, 4}$

$q_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$q_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
1	254,621	58,145	119,406	117,683	24	1121,321	883,435	344,716	439,425
2	298,163	73,368	92,651	90,123	25	1291,845	972,834	329,942	322,147
3	387,411	71,084	87,691	83,576	26	1308,614	1080,562	349,316	235,954
4	467,197	83,567	78,793	74,789	27	1529,956	887,987	348,231	150,492
5	566,547	93,813	79,497	54,316	28	1730,129	688,951	347,987	254,897
6	653,789	101,378	77,082	32,817	29	1917,152	455,494	342,967	458,289
7	710,926	155,579	67,758	57,425	30	2278,654	211,209	132,856	672,164
8	851,381	160,432	71,956	89,519	31	2412,145	96,197	115,632	453,356
9	987,364	176,283	91,123	121,374	32	2186,243	77,325	93,135	227,168
10	1036,123	193,657	112,859	249,173	33	1862,345	64,615	77,824	106,123
11	1292,341	278,624	153,717	384,136	34	1632,879	52,534	63,453	82,659
12	1088,324	354,324	117,965	479,152	35	1467,156	45,178	79,167	93,834
13	926,939	478,926	155,912	501,239	36	1270,531	36,176	80,836	91,345
14	877,128	588,675	169,359	625,482	37	1084,243	20,364	87,192	96,841
15	605,327	499,367	192,924	740,976	38	881,956	10,428	85,834	93,952
16	458,386	468,567	218,549	875,846	39	616,829	8,475	101,985	109,463
17	218,859	353,932	247,354	916,124	40	473,329	10,924	128,591	233,415
18	195,737	335,124	284,167	863,928	41	249,421	24,183	102,861	308,613
19	306,168	261,946	316,375	703,153	42	225,356	46,324	105,817	207,319
20	685,761	151,387	341,326	631,195	43	176,578	76,457	78,473	182,263
21	890,639	210,519	375,651	571,588	44	170,948	95,814	81,417	84,132
22	923,784	485,142	344,856	436,847	45	168,334	104,549	78,653	61,953
23	1031,438	688,125	348,314	441,842					

2.5. Варіанти завдання

**Вибірка 3**

Таблиця 2.6. Вихідні дискретні дані для  $X_1[X_{11}, X_{12}]$ ,  $X_2[X_{21}, X_{22}]$ ,  $X_3[X_{31}, X_{32}]$

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$
1	0	1	0	1	0	0,5
2	0,1	0,9	0,19	0,91	0,18	0,6
3	0,2	0,8	0,29	0,81	0,28	0,7
4	0,3	0,7	0,39	0,71	0,38	0,8
5	0,4	0,6	0,49	0,61	0,48	0,9
6	0,5	0,5	0,59	0,51	0,58	1
7	0,6	0,4	0,69	0,41	0,68	0,4
8	0,7	0,3	0,79	0,31	0,78	0,3
9	0,8	0,2	0,89	0,21	0,88	0,2
10	0,9	0,1	0,99	0,11	0,98	0,1
11	1	0	1	0	1	0
12	2	1,5	1,8	1,1	2	1,2
13	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
14	0,8	0,1	0,7	0,6	0,5	0,6
15	0,7	0,2	0,6	0,7	0,4	0,7
16	0,6	0,3	0,5	0,8	0,3	0,8
17	0,5	0,4	0,4	0,9	0,2	0,9
18	0,4	0,5	0,3	1	0,1	1
19	0,3	0,6	0,2	1,8	0	1,1
20	0,2	0,7	0,1	0	1,1	1,2
21	0,1	0,8	0	0,1	0,3	0,5
22	0	0,9	1,1	0,2	0,4	0,4
23	0,9	1	1,5	0,3	0,5	0,3
24	1,8	1,1	1,9	0,4	0,6	0,2
25	0,1	1,2	1,9	1,3	0,7	0,1
26	0	1,3	0,2	0,5	0,8	0
27	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
28	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4
29	0,5	0,4	0,3	0,2	0,5	0,6
30	0,4	0,3	0,2	0,1	0,6	0,8
31	0,3	0,2	0,1	0	0,7	1
32	0,2	0,1	0	1,5	0,8	1,2
33	0,1	0	0,4	1,3	0,9	1,4
34	0	0,3	1,3	1,1	1	1,6
35	0,5	0,4	0,5	0,9	1,1	1,8
36	0,4	0,5	0,4	0,7	1,2	2
37	0,3	0,6	0,3	0,5	1,3	0,8
38	0,2	0,7	0,25	0,3	1,4	0,3
39	0,1	0,8	0,14	0,1	1,5	0,4
40	0	0,9	0,03	0	1,6	0,1

Таблиця 2.7. Вихідні дискретні дані для  $Y_i [X_1, X_2, X_3]$ ,  $i = \overline{1,5}$

$q_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$
1	2,184	0,9472	1,592	3,08471	1,5208
2	2,22499	0,97999	1,61249	3,10882	1,56998
3	2,23031	0,98424	1,61515	3,11194	1,57637
4	2,24923	0,99938	1,62461	3,12307	1,59907
5	2,28175	1,0254	1,64087	3,1422	1,6381
6	2,32787	1,06229	1,66393	3,16933	1,69344

$q_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$
7	2,17759	0,94207	1,58879	3,08093	1,5131
8	2,19091	0,95272	1,59545	3,08877	1,52909
9	2,21783	0,97426	1,60891	3,1046	1,56139
10	2,25835	1,00668	1,62917	3,12844	1,61002
11	2,194	0,9552	1,597	3,09059	1,5328
12	6,4772	4,38176	3,7386	5,61012	6,67264
13	5,5256	3,62048	3,2628	5,05035	5,53072
14	1,9552	0,76416	1,4776	2,95012	1,24624
15	1,9804	0,78432	1,4902	2,96494	1,27648
16	2,0192	0,81536	1,5096	2,98776	1,32304
17	2,0716	0,85728	1,5358	3,01859	1,38592
18	2,1376	0,91008	1,5688	3,05741	1,46512
19	2,7128	1,37024	1,8564	3,39576	2,15536
20	2,8096	1,44768	1,9048	3,45271	2,27152
21	1,8916	0,71328	1,4458	2,91271	1,16992
22	2,2064	0,96512	1,6032	3,09788	1,54768
23	2,7948	1,43584	1,8974	3,444	2,25376
24	3,3968	1,91744	2,1984	3,79812	2,97616
25	3,2652	1,81216	2,1326	3,72071	2,81824
26	2,6704	1,33632	1,8352	3,37082	2,10448
27	2,0156	0,81248	1,5078	2,98565	1,31872
28	1,9644	0,77152	1,4822	2,95553	1,25728
29	1,9268	0,74144	1,4634	2,93341	1,21216
30	1,9028	0,72224	1,4514	2,91929	1,18336
31	1,8924	0,71392	1,4462	2,91318	1,17088
32	2,5004	1,20032	1,7502	3,27082	1,90048
33	2,4804	1,18432	1,7402	3,25906	1,87648
34	2,9472	1,55776	1,9736	3,53365	2,43664
35	3,1608	1,72864	2,0804	3,65929	2,69296
36	3,3012	1,84096	2,1506	3,74188	2,86144
37	3,0484	1,63872	2,0242	3,59318	2,55808
38	3,0424	1,63392	2,0212	3,58965	2,55088
39	3,2312	1,78496	2,1156	3,70071	2,77744
40	3,3316	1,86528	2,1658	3,75976	2,89792

**Вибірка 4**

*Таблиця 2.8. Вихідні дискретні дані для  $X_1[X_{11}, X_{12}]$ ,  $X_2[X_{21}, X_{22}]$ ,  $X_3[X_{31}, X_{32}, X_{33}]$*

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$
1	0	1	0	1	0	0,5	2,18
2	0,1	0,9	0,19	0,91	0,18	0,6	2,22
3	0,2	0,8	0,29	0,81	0,28	0,7	2,23
4	0,3	0,7	0,39	0,71	0,38	0,8	2,24
5	0,4	0,6	0,49	0,61	0,48	0,9	2,28
6	0,5	0,5	0,59	0,51	0,58	1	2,32
7	0,6	0,4	0,69	0,41	0,68	0,4	2,17
8	0,7	0,3	0,79	0,31	0,78	0,3	2,19
9	0,8	0,2	0,89	0,21	0,88	0,2	2,21
10	0,9	0,1	0,99	0,11	0,98	0,1	2,25

## 2.5. Варіанти завдання

Закінчення табл. 2.8

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$
11	1	0	1	0	1	0	2,19
12	2	1,5	1,8	1,1	2	1,2	6,47
13	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	5,52
14	0,8	0,1	0,7	0,6	0,5	0,6	1,95
15	0,7	0,2	0,6	0,7	0,4	0,7	1,98
16	0,6	0,3	0,5	0,8	0,3	0,8	2,01
17	0,5	0,4	0,4	0,9	0,2	0,9	2,07
18	0,4	0,5	0,3	1	0,1	1	2,13
19	0,3	0,6	0,2	1,8	0	1,1	2,71
20	0,2	0,7	0,1	0	1,1	1,2	2,80
21	0,1	0,8	0	0,1	0,3	0,5	1,89
22	0	0,9	1,1	0,2	0,4	0,4	2,20
23	0,9	1	1,5	0,3	0,5	0,3	2,79
24	1,8	1,1	1,9	0,4	0,6	0,2	3,39
25	0,1	1,2	1,9	1,3	0,7	0,1	3,26
26	0	1,3	0,2	0,5	0,8	0	2,67
27	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	2,01
28	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	1,96
29	0,5	0,4	0,3	0,2	0,5	0,6	1,92
30	0,4	0,3	0,2	0,1	0,6	0,8	1,90
31	0,3	0,2	0,1	0	0,7	1	1,89
32	0,2	0,1	0	1,5	0,8	1,2	2,50
33	0,1	0	0,4	1,3	0,9	1,4	2,48
34	0	0,3	1,3	1,1	1	1,6	2,94
35	0,5	0,4	0,5	0,9	1,1	1,8	3,16
36	0,4	0,5	0,4	0,7	1,2	2	3,30
37	0,3	0,6	0,3	0,5	1,3	0,8	3,04
38	0,2	0,7	0,25	0,3	1,4	0,3	3,04
39	0,1	0,8	0,14	0,1	1,5	0,4	3,23
40	0	0,9	0,03	0	1,6	0,1	3,33

### Варіант 1

- ◆  $b_{iq_0}$  приймають рівними нормованим значенням  $Y_i[q]$ ,  $i = \overline{1, m}$ ;
- ◆ метод розв'язання несумісної системи рівнянь — *метод спряжених напрямків*.

### Варіант 2

- ◆  $b_{iq_0}$  приймають рівними нормованим значенням  $Y_i[q]$ ,  $i = \overline{1, m}$ ;
- ◆ метод розв'язання несумісної системи рівнянь — *градієнтний метод*.

### Варіант 3

- ◆  $b_{iq_0}$  приймають рівними нормованим значенням  $Y_i[q]$ ,  $i = \overline{1, m}$ ;
- ◆ метод розв'язання несумісної системи рівнянь — *метод покоординатного спуску*.

Таблиця 2.9. Вихідні дискретні дані для  $Y_i[X_1, X_2, X_3]$ ,  $i = \overline{1, 4}$

$q_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$q_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
1	0,9472	1,592	3,08471	1,5208	21	0,71328	1,4458	2,91271	1,16992
2	0,97999	1,61249	3,10882	1,56998	22	0,96512	1,6032	3,09788	1,54768
3	0,98424	1,61515	3,11194	1,57637	23	1,43584	1,8974	3,444	2,25376
4	0,99938	1,62461	3,12307	1,59907	24	1,91744	2,1984	3,79812	2,97616
5	1,0254	1,64087	3,1422	1,6381	25	1,81216	2,1326	3,72071	2,81824
6	1,06229	1,66393	3,16933	1,69344	26	1,33632	1,8352	3,37082	2,10448
7	0,94207	1,58879	3,08093	1,5131	27	0,81248	1,5078	2,98565	1,31872
8	0,95272	1,59545	3,08877	1,52909	28	0,77152	1,4822	2,95553	1,25728
9	0,97426	1,60891	3,1046	1,56139	29	0,74144	1,4634	2,93341	1,21216
10	1,00668	1,62917	3,12844	1,61002	30	0,72224	1,4514	2,91929	1,18336
11	0,9552	1,597	3,09059	1,5328	31	0,71392	1,4462	2,91318	1,17088
12	4,38176	3,7386	5,61012	6,67264	32	1,20032	1,7502	3,27082	1,90048
13	3,62048	3,2628	5,05035	5,53072	33	1,18432	1,7402	3,25906	1,87648
14	0,76416	1,4776	2,95012	1,24624	34	1,55776	1,9736	3,53365	2,43664
15	0,78432	1,4902	2,96494	1,27648	35	1,72864	2,0804	3,65929	2,69296
16	0,81536	1,5096	2,98776	1,32304	36	1,84096	2,1506	3,74188	2,86144
17	0,85728	1,5358	3,01859	1,38592	37	1,63872	2,0242	3,59318	2,55808
18	0,91008	1,5688	3,05741	1,46512	38	1,63392	2,0212	3,58965	2,55088
19	1,37024	1,8564	3,39576	2,15536	39	1,78496	2,1156	3,70071	2,77744
20	1,44768	1,9048	3,45271	2,27152	40	1,86528	2,1658	3,75976	2,89792

#### Варіант 4

- ◆  $b_{iq_0}$  приймають рівними нормованим значенням  $Y_i[q]$ ,  $i = \overline{1, m}$ ;
- ◆ метод розв'язання несумісної системи рівнянь — *метод статистичного градієнта*.

#### Варіант 5

- ◆  $b_{iq_0}$  приймають рівними нормованим значенням  $Y_i[q]$ ,  $i = \overline{1, m}$ ;
- ◆ метод розв'язання несумісної системи рівнянь — *метод найменших квадратів*.

#### Варіант 6

- ◆  $b_{iq_0}$  визначають як середнє арифметичне значення:

$$b_{iq_0} = \frac{\left\{ \max_{i \in \{1, m\}} \tilde{Y}_i[q_0] + \min_{i \in \{1, m\}} \tilde{Y}_i[q_0] \right\}}{2}, \quad q_0 = \overline{1, k_0};$$

## 2.5. Варіанти завдання

♦ метод розв'язання несумісної системи рівнянь — *метод покоординатного спуску*.

### Варіант 7

♦  $b_{i q_0}$  визначають як середнє арифметичне значення:

$$b_{i q_0} = \frac{\left\{ \max_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] + \min_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] \right\}}{2}, \quad q_0 = \overline{1, k_0};$$

♦ метод розв'язання несумісної системи рівнянь — *метод спряжених напрямків*.

### Варіант 8

♦  $b_{i q_0}$  визначають як середнє арифметичне значення:

$$b_{i q_0} = \frac{\left\{ \max_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] + \min_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] \right\}}{2}, \quad q_0 = \overline{1, k_0};$$

♦ метод розв'язання несумісної системи рівнянь — *градієнтний метод*.

### Варіант 9

♦  $b_{i q_0}$  визначають як середнє арифметичне значення:

$$b_{i q_0} = \frac{\left\{ \max_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] + \min_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] \right\}}{2}, \quad q_0 = \overline{1, k_0};$$

♦ метод розв'язання несумісної системи рівнянь — *метод статистичного градієнта*.

### Варіант 10

♦  $b_{i q_0}$  визначають як середнє арифметичне значення:

$$b_{i q_0} = \frac{\left\{ \max_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] + \min_{i \in [1, m]} \tilde{Y}_i[q_0] \right\}}{2}, \quad q_0 = \overline{1, k_0};$$

♦ метод розв'язання несумісної системи рівнянь — *метод найменших квадратів*.



## ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ В МУЛЬТИПЛІКАТИВНІЙ ФОРМІ ЗА ЗАДАНОЮ ДИСКРЕТНОЮ ВИБІРКОЮ

### 3.1. ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ У ВИГЛЯДІ ІЄРАРХІЧНОЇ БАГАТОРІВНЕВОЇ СИСТЕМИ МОДЕЛЕЙ У КЛАСІ МУЛЬТИПЛІКАТИВНИХ ФУНКЦІЙ

У попередній роботі було запропоновано формувати функціональні залежності у класі адитивних функцій і зображувати у вигляді суперпозиції функцій від змінних  $x_1, x_2, x_3$ . Такий вибір цілком обґрунтований, оскільки прийнято, що компоненти векторів  $x_1, x_2, x_3$  незалежні. Однак у деяких практичних задачах такий підхід є неприйнятним, оскільки невідомо, залежними чи незалежними є компоненти векторів  $x_1, x_2, x_3$ . Найскладніший випадок, коли компоненти векторів  $x_1, x_2, x_3$  залежні. За цієї умови формування структури  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , у класі адитивних функцій призведе до великих відхилень отриманих залежностей від реальних багатofакторних закономірностей, оскільки не буде враховано взаємні впливи компонентів векторів  $x_1, x_2, x_3$  на властивості  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$ . Тому, формуючи структуру моделей, враховуватимемо вплив на властивості шуканих функцій  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , не лише групи компонент кожного вектора, а й взаємні впливи компонент різних векторів  $x_1, x_2, x_3$  [2, 16].

Для виявлення багатofакторних закономірностей запропоновано сформувати ієрархічну багаторівневу систему моделей у класі мультиплікативних функцій, які характеризуються послідовністю таких рівнів:

$$y_i = \Phi_i(x), \quad i = \overline{1, m}; \quad (3.1)$$

$$[1 + \Phi_i(x)] = \prod_{k=1}^{K_0} [1 + \Phi_{ik}(x_k)]^{c_{ik}}; \quad (3.2)$$

$$[1 + \Phi_{ik}(x_k)] = \prod_{j_k=1}^{n_{kj_k}} [1 + \Psi_{kj_k}(x_{kj_k})]^{a_{ikj_k}}; \quad (3.3)$$

$$[1 + \Psi_{kj_k}(x_{kj_k})] = \prod_{p_{jk}=1}^{p_{jk}} [1 + \varphi_{p_{jk}}(x_{kj_k})]^{l_{kj_k}}. \quad (3.4)$$

Для зручності обчислень після нескладних перетворень запишемо наведену послідовність у формі адитивних функцій:

$$\Phi_i(x) = \exp \left\{ \sum_{k=1}^{K_0} c_{ik} \ln [1 + \Phi_{ik}(x_k)] \right\} - 1; \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad (3.5)$$

### 3.1. Відновлення функціональних залежностей у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей...

$$\Phi_{i_k}(x) = \exp \left\{ \sum_{j_k=1}^{n_k} a_{i_k j_k} \ln [1 + \Psi_{k j_k}(x_{k j_k})] \right\} - 1; \quad x_k = \langle x_{k j_k}, j_k = \overline{1, n_k} \rangle; \quad (3.6)$$

$$\Psi_{k j_k}(x_{k j_k}) = \exp \left\{ \sum_{p_{j_k}=1}^{P_{k j_k}} \lambda_{k j_k} \ln [1 + \varphi_{p_{j_k}}(x_{k j_k})] \right\} - 1; \quad p_{j_k} = \overline{1, P_{k j_k}}. \quad (3.7)$$

Для функцій  $\Phi_{i_k}$  відомі межі інтервалів, які визначаються наступними умовами:

$$\begin{aligned} \Psi_k^- &\leq \Phi_{i_k}(x_k) \leq \Psi_k^+; \\ \Psi_k^+ &= \alpha^+ \max_j \Psi_{k j}(x_{k j}); \quad \Psi_k^- = \alpha^- \min_j \Psi_{k j}(x_{k j}); \\ 0 &< \alpha^- \leq 1; \quad 1 < \alpha^+ \leq N_0; \quad N_0 \neq \infty. \end{aligned}$$

Для функцій  $\Phi_i$  відомі межі інтервалів, які визначаються наступними умовами:

$$\begin{aligned} \beta^- \min_k \Phi_{i_k}(x_k) &\leq \Phi_i \leq \beta^+ \max_k \Phi_{i_k}(x_k); \\ 0 &< \beta^- \leq 1; \quad 1 < \beta^+ \leq M_0; \quad M_0 \neq \infty. \end{aligned}$$

Можливі альтернативні варіанти побудови функціональних залежностей.

Наприклад, для виявлення багатофакторних закономірностей безпосередньо формуються системи рівнянь на основі ієрархічної системи рівнянь, яка складається зі співвідношень (3.5), (3.6) і (3.7). Зазначимо, що співвідношення (3.5), (3.6) і (3.7) відрізняються від типової системи рівнянь із адитивних функцій:

$$\Phi_i(x) = \sum_{k=1}^{K_0} c_{i_k} \Phi_{i_k}(x_k); \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad (3.8)$$

$$\Phi_{i_k}(x_k) = \left\langle \sum_{j_k=1}^{n_k} [a_{i_k j_k} \Psi_{k j_k}(x_{k j_k})] \right\rangle; \quad x_k = \langle x_{k j_k}, j_k = \overline{1, n_k} \rangle; \quad (3.9)$$

$$\Psi_{k j_k}(x_{k j_k}) = \left\langle \left\{ \varphi_{0 j_k} + \sum_{p_{j_k}=1}^{P_{k j_k}} [\lambda_{k j_k} \varphi_{p_{j_k}}(x_{k j_k})] \right\} \right\rangle; \quad p_{j_k} = \overline{1, P_{k j_k}}. \quad (3.10)$$

Запропонуємо інший підхід до побудови функціональних адитивних залежностей, які формуються на основі такого класу мультиплікативних функцій:

$$1 + \Phi_i(x) = \prod_{k=1}^{K_0} [1 + c_{i_k} \Phi_{i_k}(x_k)]^{L_{i_k}}; \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad (3.11)$$

$$1 + c_{i_k} \Phi_{i_k}(x_k) = \prod_{j_k=1}^{n_k} [1 + a_{i_k j_k} \Psi_{k j_k}(x_{k j_k})]^{N_{k j_k}}; \quad x_k = \langle x_{k j_k}, j_k = \overline{1, n_k} \rangle; \quad (3.12)$$

$$[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{k_{j_k}}(x_{k_{j_k}})] = \prod_{p_{j_k}=1}^{P_{k_{j_k}}} [1 + \lambda_{k_{j_k} p_{j_k}} \varphi_{p_{j_k}}(x_{k_{j_k}})]^{V_{p_{j_k}}}; \quad j_k = \overline{1, n_k}; \quad (3.13)$$

і мають вигляд такої адитивної послідовності:

$$\Phi_i(x) = \exp \left\{ \sum_{k=1}^{K_0} L_{i_k} \ln[1 + c_{i_k} \Phi_{i_k}(x_k)] \right\} - 1; \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad (3.14)$$

$$\Phi_{i_k}(x_k) = \frac{1}{c_{i_k}} \left\langle \exp \sum_{j_k=1}^{n_k} N_{k_{j_k}} \ln[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{k_{j_k}}(x_{k_{j_k}})] - 1 \right\rangle; \quad x_k = \langle x_{k_{j_k}}, j_k = \overline{1, n_k} \rangle; \quad (3.15)$$

$$\Psi_{k_{j_k}}(x_{k_{j_k}}) = \frac{1}{a_{i_k j_k}} \left\langle \exp \left\{ \varphi_{0_{j_k}} + \sum_{p_{j_k}=1}^{P_{k_{j_k}}} V_{p_{j_k}} \ln[1 + \lambda_{k_{j_k} p_{j_k}} \varphi_{p_{j_k}}(x_{k_{j_k}})] \right\} - 1 \right\rangle; \quad j_k = \overline{1, n_k}. \quad (3.16)$$

Слід особливо зазначити, що компоненти  $c_{i_k} \Phi_{i_k}(x_k)$ ,  $a_{i_k j_k} \Psi_{k_{j_k}}(x_{k_{j_k}})$ ,  $\lambda_{k_{j_k} p_{j_k}} \varphi_{p_{j_k}}(x_{k_{j_k}})$  є однаковими для відповідних рівнів послідовності адитивних функцій (3.8), (3.9) і (3.10), послідовності мультиплікативних функцій (3.11), (3.12) і (3.13), адитивної послідовності (3.14), (3.15) і (3.16), хоча структури цих послідовностей істотно різняться. Ця особливість дає змогу роздільно за векторами  $x = (x_k | k = \overline{1, K_0})$  і  $x_k = (x_{k_{j_k}} | k = \overline{1, K_0}; j_k = \overline{1, n_k})$  формувати структуру моделей (3.14), (3.15) і (3.16) при одночасному виконанні двох умов: по-перше, умови, що визначає вимоги до основних структуроутворювальних функціональних елементів, якими є функції  $\varphi_{p_{j_k}}(x_{k_{j_k}})$ ; по-друге, умови, коли одночасно виконуються наступні рівності:

$$\begin{aligned} L_{i_k} &= 1; & i &= \overline{1, m}; & k &= \overline{1, K_0}; \\ N_{k_{j_k}} &= 1; & k &= \overline{1, K_0}; & j_k &= \overline{1, n_k}; \\ V_{p_{j_k}} &= 1; & p &= \overline{1, P_{k_{j_k}}}; & j_k &= \overline{1, n_k}. \end{aligned} \quad (3.17)$$

Перша умова дає змогу послідовно визначати основні структуроутворювальні функціональні елементи на основі функцій  $\varphi_{p_{j_k}}(x_{k_{j_k}})$ , які задаються за різними варіантами. Друга умова дає змогу знаходити чисельні значення коефіцієнтів  $\lambda_{k_{j_k} p_{j_k}}, a_{i_k j_k}, c_{i_k}$  у тій самій послідовності шуканих функцій  $\varphi_{p_{j_k}}(x_{k_{j_k}})$ ;  $\Psi_{k_{j_k}}(x_{k_{j_k}})$ ;  $\Phi_{i_k}(x_k)$ ;  $\Phi_i(x)$ , яка визначалася в розділі 2. Однак для послідовності (3.14), (3.15) і (3.16) недостатньо наведених вище умов, оскільки до її складу входить залежність не лише вищого рівня  $\Phi_i(x)$  від  $\Phi_{i_k}(x_k)$  та інших нижчих рівнів, а й залежність нижчих рівнів від вищих, наприклад,  $\Psi_{k_{j_k}}(x_{k_{j_k}})$  від  $\Phi_{i_k}(x_k)$  через показник  $a_{i_k j_k}$ ,  $\Phi_{i_k}(x_k)$  від  $\Phi_i(x)$  через показник  $c_{i_k}$ . Тому необхідна третя умова, яка визначає значення  $a_{i_k j_k}$  для (3.16) і значення  $c_{i_k}$  для (3.15) у вигляді

### 3.2. Постановка задачі та завдання

$$a_{i_k j_k} = 1; \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}; \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, K_0}. \quad (3.18)$$

При виконанні умов (3.17) і (3.18) послідовність (3.14), (3.15) і (3.16) зводиться до наступного вигляду:

$$\Phi_i(x) = \exp \left\{ \sum_{k=1}^{K_0} \ln[1 + c_{i_k} \Phi_{i_k}(x_k)] \right\} - 1; \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad (3.19)$$

$$\Phi_{i_k}(x_k) = \left\langle \exp \sum_{j_k=1}^{n_k} \ln[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{k j_k}(x_{k j_k})] - 1 \right\rangle; \quad x_k = \langle x_{k j_k}, j_k = \overline{1, n_k} \rangle; \quad (3.20)$$

$$\Psi_{k j_k}(x_{k j_k}) = \left\langle \exp \left\{ \varphi_{0 j_k} + \sum_{p_{j_k}=1}^{p_{j_k}} \ln[1 + \lambda_{k j_k} \varphi_{p_{j_k}}(x_{k j_k})] \right\} - 1 \right\rangle; \quad j_k = \overline{1, n_k}. \quad (3.21)$$

Послідовності (3.14), (3.15), (3.16) і (3.19), (3.20), (3.21) є математичною основою для відновлення шуканих функціональних залежностей.

Відновлення виконується на базі дискретних даних і умов, заданих згідно з варіантом. Для цього для всіх варіантів реалізуються наступні процедури:

1. Послідовно формуються функції  $\Psi_{k j_k}$ ;  $\Phi_{i_k}(x_k)$ ;  $\Phi_i(x)$  на основі співвідношень (3.21), (3.20), (3.19) відповідно до математичного і алгоритмічного апарата відновлення функціональних залежностей в адитивному вигляді. Послідовно на основі результатів попередньої процедури формуються структури функцій  $\Psi_{k j_k}$ ;  $\Phi_{i_k}(x_k)$ ;  $\Phi_i(x)$  у формі співвідношень (3.16), (3.15), (3.14), у яких вводяться значення  $a_{i_k j_k}$  в (3.16) і значення  $c_{i_k}$  в (3.15), а невідомими змінними є  $V_{p_{j_k}}$ ;  $N_{k j_k}$ ;  $L_{i_k}$ .

2. Послідовно визначаються чисельні значення  $V_{p_{j_k}}$ ;  $N_{k j_k}$ ;  $L_{i_k}$  на основі структури функцій  $\Psi_{k j_k}$ ;  $\Phi_{i_k}(x_k)$ ;  $\Phi_i(x)$  у формі співвідношень (3.16), (3.15), (3.14).

3. Послідовно формуються результати обчислень у наведених вище послідовностях і формах.

4. Порівнюються результати обчислень за методиками відновлення функціональних залежностей в адитивному та мультиплікативному виглядах.

### 3.2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ЗАВДАННЯ

Метою розв'язання задачі є відновлення цільових функцій в мультиплікативному вигляді за дискретною вибіркою згідно з теоретичним матеріалом, поданим вище. Далі, в підрозділі 3.6, будуть запропоновані тестові вибірки та вибірки, що відповідають конкретній практичній задачі, змістовна постановка якої наведена в підрозділі 3.3.

Перейдемо до конкретизації суті завдання.

**Задано:**

♦ Вибірка вихідних даних.

- ◆ Структура наближувальних функцій.
- ◆ Варіант функцій  $\varphi_{p_k}(x_{jk})$ .

**Потрібно:**

◆ Побудувати за заданою дискретною вибіркою наближувальні функції в мультиплікативній формі (аналітичні та графічно представлені функціональні залежності), які з практично прийнятною похибкою в сенсі чебишевського наближення характеризують справжні функціональні залежності.

Для функцій  $\Phi_i$  відомі межі інтервалів, які визначаються наступними умовами:

$$\beta^- \min_k \Phi_{i_k}(x_k) \leq \Phi_i \leq \beta^+ \max_k \Phi_{i_k}(x_k);$$

$$0 < \beta^- \leq 1; \quad 1 < \beta^+ \leq M_0; \quad M_0 \neq \infty.$$

Для функцій  $\Phi_{i_k}$  відомі границі інтервалів, які визначаються такими умовами:

$$\Psi_k^- \leq \Phi_{i_k}(x_k) \leq \Psi_k^+;$$

$$\Psi_k^+ = \alpha^+ \max_j \Psi_{kj}(x_{kj}); \quad \Psi_k^- = \alpha^- \min_j \Psi_{kj}(x_{kj});$$

$$0 < \alpha^- \leq 1; \quad 1 < \alpha^+ \leq N_0; \quad N_0 \neq \infty.$$

◆ Запропонувати свій варіант дискретної вибірки і побудувати наближувальні функції в мультиплікативній формі.

◆ Запропонувати свій варіант структури функцій  $\Phi_i$  і базової функції  $\varphi_{p_k}(x_{jk})$  та побудувати в мультиплікативній формі функції наближення.

- ◆ Зробити письмовий звіт про виконану роботу.
- ◆ Знайти і навести наявну літературу з даного питання, зробити її огляд.

**Вимоги**

- ◆ Сформуувати цільові функції.
- ◆ Вивести на друк:
  - значення всіх проміжних коефіцієнтів ( $\lambda$ ,  $\alpha$ ,  $c$ ) і функцій ( $\Psi$ ,  $\Phi$ );
  - вид отриманих функцій  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$  через:
    - $\Phi_{i1}(x_1)$ ,  $\Phi_{i2}(x_2)$ ,  $\Phi_{i3}(x_3)$ ;
    - поліноми Чебишева;
    - у формі звичайних багаточленів (доцільно це передбачити у файлі результатів) як у нормованому, так і у відновленому вигляді.
- ◆ Побудувати графіки вихідних і отриманих функцій.
- ◆ Оцінити похибку відновлених функцій  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3)$  стосовно вихідної заданої вибірки.

### 3.3. ЗМІСТОВНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ІНДЕКСУ DST ЗА ДИСКРЕТНО ЗАДАНИМИ ВИБІРКАМИ ПАРАМЕТРІВ СОНЯЧНОГО ВІТРУ

Земля віддалена від Сонця на 214 сонячних радіусів ( $R_S = 695500$  км). Через величезну міць термоядерних процесів, що відбуваються в сонячних надрах, Земля постійно перебуває під впливом Сонця. Сонце не лише «міцно тримає» Землю силою тяжіння, а й оточує, обволікає її своїми магнітними «щупальцями» та обдуває безперервним потоком сонячного вітру.

Верхня частина сонячної атмосфери (корони) має дуже високу температуру. Завдяки цьому корона зазнає безперервного розширення, що подібне до випаровування киплячої води. У результаті утворюється спрямований від Сонця потік плазми (в основному протонів та електронів), названий *сонячним вітром*. Сонячний вітер пронизаний магнітним полем, що відіграє важливу роль у сонячно-земних зв'язках.

Магнітне поле Землі є дипольним за своєю природою, тобто нагадує поле простого магніту із двома полюсами. Для потоку сонячної плазми воно слугує певною перешкодою. Оскільки швидкість потоку значно вища за швидкість звуку в сонячному вітрі, то згідно з законами гідродинаміки перед магнітосферою утворюється ударна хвиля.

Завдяки цьому геомагнітне поле стискається доти, поки тиск поля не зрівноважиться з тиском плазми. Границі, на яких вирівнюються ці тиски, називаються *границею магнітосфери*, або *магнітопаузою*. При швидкості сонячного вітру  $500$  км/с і щільності  $2,5$  см<sup>-3</sup> магнітопауза в лобовій точці перебуває на відстані  $10$  радіусів Землі ( $R_E = 6378,137$  км.). При посиленні вітру ця відстань зменшується, а при ослабленні збільшується.

Під тиском сонячного вітру силові лінії магнітного поля, що виходять із полярних шапок, зносяться з денної на нічну сторону Землі. У результаті такого утворюється сильно витягнутий в антисонячному напрямку *хвіст магнітосфери* (рис. 3.1.).

Коли міжпланетне магнітне поле, наявне в сонячному вітрі, протидіє магнітному полю Землі, відбувається істотний перенос енергії в магнітосферу Землі. При тривалій протидії магнітосфера стає збуреною, що призводить до виникнення магнітних бур.

Одним з головних індексів, що характеризують інтенсивність бурі (магнітне збурення), є індекс *Dst* (storm-time-variation). Негативні значення *Dst* свідчать про те, що буря почалася, більш негативні *Dst* — про посилення бурі (при  $Dst < -20$  — слабка буря, при  $Dst < -50$  — сильна буря, при  $Dst < -100$  — дуже сильна буря і т. д.). Магнітні бурі мають такі характерні риси: початкову фазу (супроводжується різким зростанням *Dst*), головну фазу (падіння *Dst*) і фазу відновлення (повільне відновлення *Dst* до рівня, який був перед бурею, або в багатьох випадках до рівня, трохи нижчого за вихідний) (рис. 3.2).

Дослідження показали, що для виникнення й розвитку магнітної бурі велику роль відіграє не тільки потужність сонячного вітру, а й міжпланетне магнітне поле. Установлено, що індекс *Dst* найбільш чутливий до швидкості сонячного вітру  $V$ , складовою міжпланетного магнітного поля  $B_z$  у системі ко-

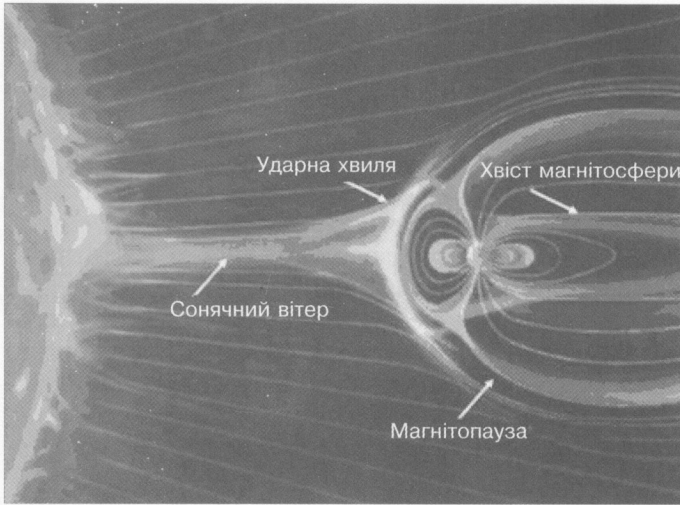


Рис. 3.1. Магнітосфера Землі — порожнина в космічному просторі, яка утворюється під впливом сонячного вітру на магнітне поле Землі

ординат GSM (Geocentric solar magnetospheric), а також залежить від попереднього значення  $Dst$  й інших параметрів сонячного вітру (магнітного поля  $B$ , компонентів поля  $B_x$ ,  $B_y$ , температури протонів, щільності, тиску та ін.).

Розглянемо дві цільові функції:

$$y_i = f_i(X_1, X_2, X_3), \quad i = 1, 2,$$

де  $y_1$  — виміри індексу  $Dst_k$  (у нанотеслах, нТ) у даний момент часу, які проводяться щогодини;  $y_2$  — виміри індексу  $Dst_{k+1}$  у наступний момент часу (через годину після поточного виміру). Індекс  $Dst$  залежить від поточних параметрів сонячного вітру  $X_1$ ,  $X_2$  й попередніх значень  $Dst$  —  $X_3$ . Параметри  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  можуть мати не менший вплив на індекс  $Dst$  (інтенсивність бурі) у наступний момент часу. Тому теоретичний і практичний інтерес представляє залежність  $y_2 = f_2(X_1, X_2, X_3)$  та її порівняння із залежністю  $y_1 = f_1(X_1, X_2, X_3)$ .

Сонячний вітер характеризується досить великою кількістю вимірюваних параметрів. У нашому випадку розглянемо залежність індексу  $Dst$  лише від декількох параметрів  $X_1, X_2, X_3$ , які мають істотний вплив на індекс  $Dst$ . Точний характер цієї залежності невідомий.

Розглядається два варіанти параметрів  $X_1, X_2, X_3$ .

**Варіант 1:**

Компонентами вектора  $X_1 =$

$$= \begin{vmatrix} V / 1000 \\ B \end{vmatrix} \epsilon:$$

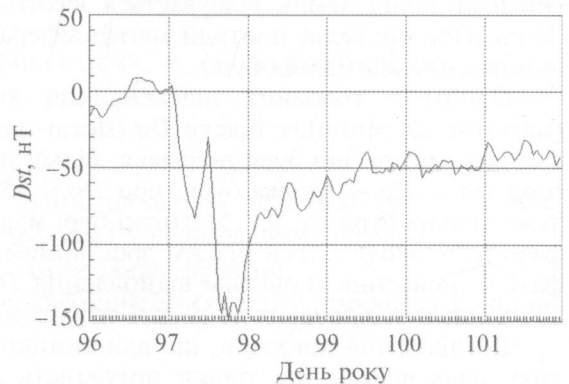


Рис. 3.2. Зміна індексу  $Dst$  у період з 7 по 11 квітня 1995 року (дані фіксуються щогодини)

### 3.4. Приклад виконання роботи

1.  $\frac{V}{1000}$  — швидкість сонячного вітру в даний момент часу, вимірювана в  $\frac{\text{км}}{\text{с}} 10^3$ ;

2.  $B$  — абсолютна величина міжпланетного магнітного поля (ММП), вимірюваного в нанотеслах (нТ).

У більшості випадків магнітна буря супроводжується збільшенням швидкості  $V$  та величини міжпланетного магнітного поля  $B$ .

Компонентами  $X_2 = \begin{vmatrix} B_z \\ VB_s \end{vmatrix}$  є:

1.  $B_z$  —  $z$ -складова міжпланетного магнітного поля  $B$  у системі координат GSM, вимірюваної в нанотеслах (нТ);

2.  $VB_s = \begin{cases} 0, & \text{якщо } B_z \geq 0; \\ VB, & \text{якщо } B_z < 0. \end{cases}$

Дослідження показали, що буря підсилюється (індекс  $Dst$  спадає), якщо  $B_z$  стає негативним, і продовжує зменшуватися, якщо  $VB_s$  різко зростає.

Компонентами  $X_3 = \begin{vmatrix} Dst_{k-1} \\ Dst_{k-2} \end{vmatrix}$  є:

1.  $Dst_{k-1}$  — вимір індексу  $Dst$  у попередній момент часу (годину назад);

2.  $Dst_{k-2}$  — вимір індексу  $Dst$  дві години тому.

Порівняння характеру залежності  $Dst$  у поточний момент часу від індексів  $Dst$  у попередні моменти часу може слугувати характеристикою ступеня інерційності еволюції індексу  $Dst$ .

#### Варіант 2:

Компонентами вектора  $X_1 = \begin{vmatrix} B_x \\ B_y \end{vmatrix}$  є:

1.  $B_x$  —  $x$ -складова міжпланетного магнітного поля  $B$  у системі координат GSM, вимірювана в нанотеслах (нТ).

2.  $B_y$  —  $y$ -складова міжпланетного магнітного поля  $B$  у системі координат GSM, вимірювана в нанотеслах (нТ).

Залежність  $Dst$  від складових  $B_x$ ,  $B_y$  може виявитися істотною при бурях середньої інтенсивності (коли  $B_z > 0$  і  $VB_s = 0$ ).

Вектори:  $X_2 = \begin{vmatrix} V \\ 1000 \\ B_z \end{vmatrix}$  і  $X_3 = \begin{vmatrix} Dst_{k-1} \\ Dst_{k-2} \end{vmatrix}$ . Пояснення фізичного змісту їх ком-

понент наведено у першому варіанті.

### 3.4. ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Розглянемо задачу відновлення функцій наближення  $y_i(x_1, x_2, x_3)$ ,  $i = \overline{1,4}$  в мультиплікативному вигляді за заданими дискретними значеннями  $X_s, s = \overline{1,3}$  і  $Y_i, i = \overline{1,4}$  вибірки, наведеної у табл. 3.1. Розмірності векторів  $X_1, X_2, X_3$  дорів-



**Розділ 3. Відновлення функціональних залежностей в мультиплікативній формі за заданою...**

*Таблиця 3.1. Вихідні дискретні дані для  $X_1 [X_{11}, X_{12}]$ ,  $X_2 [X_{21}, X_{22}]$ ,  $X_3 [X_{31}, X_{32}, X_{33}]$  і  $Y_i [X_1, X_2, X_3]$ ,  $i = \overline{1, 4}$*

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
1	5,050	2,015	7,050	8,015	10,000	1,000	5,100	254,621	98,145	119,406	117,683
2	5,150	2,100	7,150	9,109	15,800	2,100	4,200	198,163	73,368	92,651	90,123
3	5,200	2,120	7,192	9,125	22,500	2,500	3,500	187,411	71,084	87,691	83,576
4	5,250	2,170	7,250	9,175	25,000	3,510	2,720	167,197	63,567	78,793	74,789
5	5,325	2,200	7,325	9,198	32,500	4,200	2,530	166,547	63,813	79,497	74,316
6	5,350	2,250	7,350	9,251	35,000	5,020	2,100	153,789	61,378	77,082	72,817
7	5,400	2,400	7,411	9,395	40,700	8,200	1,150	110,926	55,579	67,758	77,425
8	5,500	2,500	7,505	9,498	51,800	10,100	0,720	151,381	60,432	71,956	89,519
9	5,600	2,600	7,610	9,598	65,000	12,800	0,540	187,364	76,283	91,123	121,374
10	5,700	2,700	7,695	9,699	72,000	14,400	0,120	236,123	93,657	112,859	149,173
11	5,750	2,750	7,750	9,748	75,400	14,700	1,250	292,341	118,624	153,717	184,136
12	5,800	2,775	7,804	9,775	82,800	15,500	1,760	288,324	114,324	117,965	179,152
13	5,850	2,800	7,850	9,798	85,000	16,300	2,230	326,939	128,926	155,912	201,239
14	5,907	2,850	8,050	9,850	90,780	16,700	2,610	377,128	148,675	169,359	225,482
15	5,910	2,855	7,910	9,855	91,000	16,900	4,160	405,327	159,367	192,924	240,976
16	5,925	2,865	7,925	9,865	92,500	17,500	5,250	458,386	180,567	218,49	275,846
17	5,929	2,885	8,011	9,875	92,900	17,700	6,370	518,859	183,932	247,354	316,124
18	5,933	2,915	7,933	9,899	93,500	18,200	7,260	595,737	235,124	284,167	363,928
19	5,935	2,950	7,935	9,951	94,580	19,100	7,510	506,168	261,946	316,375	403,153
20	5,950	2,975	7,950	9,975	95,400	19,500	7,740	685,761	281,387	341,326	431,195
21	5,010	1,995	6,950	9,015	11,500	21,000	8,140	790,639	310,519	375,651	471,588
22	5,050	2,975	7,108	9,975	10,500	19,560	8,350	723,784	285,142	344,856	436,847
23	5,150	2,950	7,151	9,950	15,800	19,300	8,580	731,438	288,125	348,314	441,842
24	5,200	2,900	7,204	9,915	21,500	18,700	8,740	721,321	283,435	344,716	439,425
25	5,250	2,875	7,248	9,875	26,400	17,560	8,850	691,845	272,834	329,942	422,147
26	5,325	2,865	7,325	9,865	32,500	17,100	9,210	708,614	280,562	349,316	435,954
27	5,350	2,855	7,351	9,855	35,300	16,700	9,520	729,956	287,987	348,231	450,492
28	5,400	2,850	7,408	9,850	41,700	16,200	9,750	730,129	288,951	347,987	454,897
29	5,500	2,775	7,495	9,775	50,200	15,700	10,100	717,152	285,494	342,967	458,289
30	5,600	2,750	7,607	9,750	62,700	15,360	0,100	278,654	111,209	132,856	172,164
31	5,700	2,710	7,697	9,697	69,800	14,700	1,150	242,145	96,197	115,632	153,356
32	5,750	2,603	7,750	9,605	75,100	13,340	1,360	186,243	77,325	93,135	127,168
33	5,800	2,495	7,798	9,495	80,520	11,720	1,750	162,345	64,615	77,824	106,123
34	5,850	2,394	7,850	9,415	85,200	8,900	2,130	132,879	52,534	63,453	82,659
35	5,907	2,245	7,913	9,255	90,760	7,740	2,570	167,156	65,178	79,167	93,834
36	5,910	2,192	7,910	9,205	91,100	6,360	2,750	170,531	66,176	80,836	91,345
37	5,925	2,175	7,925	9,175	92,500	5,700	3,260	184,243	70,364	87,192	96,841
38	5,929	2,125	7,929	9,125	92,900	3,750	3,790	181,956	70,428	85,834	93,952
39	6,010	2,105	7,933	9,091	93,300	3,650	4,120	216,829	83,475	101,985	109,463
40	5,935	2,010	7,935	8,985	94,500	3,520	4,360	273,329	104,924	128,591	133,415
41	5,950	2,110	7,950	9,115	98,600	2,720	3,850	219,421	84,183	102,861	108,613
42	5,020	2,115	6,995	9,115	110,00	2,340	2,340	225,356	86,324	105,817	107,319
43	6,050	2,128	7,950	9,120	95,260	2,560	1,680	176,578	66,457	78,473	82,263
44	5,935	2,131	7,935	9,130	93,520	2,760	1,320	170,948	65,814	81,417	84,132
45	5,925	2,135	7,925	9,135	92,800	2,980	1,160	168,334	64,549	78,653	81,953

нують відповідно  $n_1 = 2$ ,  $n_2 = 2$ ,  $n_3 = 3$ ; обсяг вибірки  $q_0 = \overline{1, 45}$ ; кількість цільових функцій  $m = 4$ .

### 3.4. Приклад виконання роботи

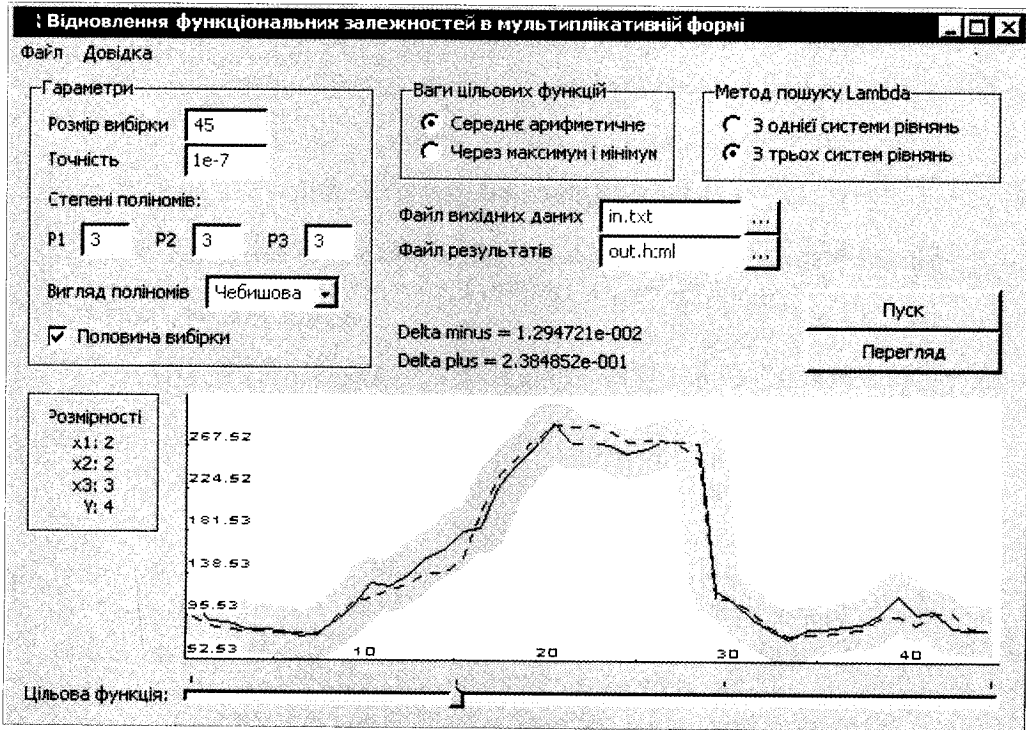


Рис. 3.3. Вікно задання вихідних даних. Відновлена функціональна залежність  $\Phi_2(x_1, x_2, x_3)$  і графік функції  $Y_2[X_1, X_2, X_3]$

На рис. 3.3 наведено вікно програми із заданими вихідними характеристиками та отриманими результатами розв'язання задачі.

Відновлені функції  $\Phi_i(x_1, x_2, x_3) = \bar{1,4}$ , які одержано агрегуванням відповідних розв'язків, мають такий вигляд:

$$\Psi_{11}(x_{11}) = (1,5)^{0,0777295} (3,12x_{11} + 15,03)^{0,114941} (9,7344x_{11}^2 + 86,5072x_{11} + 192,831)^{0,146933} (37,1205x_{11}^3 + 485,628x_{11}^2 + 2114,29x_{11} + 3065,28)^{0,118541} - 1;$$

$$\Psi_{12}(x_{12}) = (1,5)^{0,0777295} (2,94x_{12} + 5,985)^{0,602141} (8,6436x_{12}^2 + 28,3318x_{12} + 23,8552)^{0,329136} (31,0593x_{12}^3 + 144,545x_{12}^2 + 220,983x_{12} + 112,869)^{-0,079337} - 1;$$

$$\Psi_{21}(x_{12}) = (1,5)^{0,103405} (3,3x_{21} + 20,045)^{0,32523} (10,89x_{21}^2 + 129,91x_{21} + 388,073)^{0,389109} (43,923x_{21}^3 + 775,671x_{21}^2 + 4562,41x_{21} + 8940,01)^{-0,0834892} - 1;$$

$$\Psi_{22}(x_{22}) = (1,5)^{0,103405} (5,88x_{22} + 24,045)^{0,392262} (34,5744x_{22}^2 + 269,049x_{22} + 524,057)^{0,370097} (248,475x_{22}^3 + 2867,7x_{22}^2 + 11025,7x_{22} + 14124,2)^{0,197783} - 1;$$

$$\Psi_{31}(x_{31}) = (1,5)^{0,0351869} (300x_{31} + 30)^{0,085386} (90000x_{31}^2 + 17300x_{31} +$$

$$\begin{aligned}
 &+832)^{0,0502533} (0,07x_{31}^3 + 0,06x_{31}^2 + 897900x_{31} + 28490)^{0,0280712} - 1; \\
 \Psi_{32}(x_{32}) &= (1,5)^{0,0351869} (60x_{32} + 3)^{0,47717} (3600x_{32}^2 + 220x_{32} + \\
 &+4)^{0,0268206} (264000x_{32}^3 + 20800x_{32}^2 + 408x_{32} + 5)^{-0,00681945} - 1; \\
 \Psi_{33}(x_{33}) &= (1,5)^{0,0351869} (30x_{33} + 0,3)^{0,582053} (900x_{33}^2 - 52x_{33} + \\
 &+1,39)^{-0,0204128} (33000x_{33}^3 - 3710x_{33}^2 + 105,9x_{33} + 1,463)^{-0,0215009} - 1; \\
 \Phi_{11}(x_1) &= (\Psi_{11} + 1)^{0,637338} (\Psi_{12} + 1)^{0,0930169} - 1; \\
 \Phi_{12}(x_2) &= (\Psi_{21} + 1)^{0,107742} (\Psi_{22} + 1)^{-0,066333} - 1; \\
 \Phi_{13}(x_3) &= (\Psi_{31} + 1)^{0,106661} (\Psi_{32} + 1)^{0,5654043} (\Psi_{33} + 1)^{0,74188} - 1; \\
 \Phi_{21}(x_1) &= (\Psi_{11} + 1)^{0,4387406} (\Psi_{12} + 1)^{0,173249} - 1; \\
 \Phi_{22}(x_2) &= (\Psi_{21} + 1)^{0,0599518} (\Psi_{22} + 1)^{-0,448568} - 1; \\
 \Phi_{23}(x_3) &= (\Psi_{31} + 1)^{0,132208} (\Psi_{32} + 1)^{0,566331} (\Psi_{33} + 1)^{0,792533} - 1; \\
 \Phi_{31}(x_1) &= (\Psi_{11} + 1)^{0,46741} (\Psi_{12} + 1)^{0,188974} - 1; \\
 \Phi_{32}(x_2) &= (\Psi_{21} + 1)^{0,074937} (\Psi_{22} + 1)^{-0,46837} - 1; \\
 \Phi_{33}(x_3) &= (\Psi_{31} + 1)^{0,115089} (\Psi_{32} + 1)^{0,529878} (\Psi_{33} + 1)^{0,806946} - 1; \\
 \Phi_{41}(x_1) &= (\Psi_{11} + 1)^{0,125671} (\Psi_{12} + 1)^{0,0591671} - 1; \\
 \Phi_{42}(x_2) &= (\Psi_{21} + 1)^{0,0508546} (\Psi_{22} + 1)^{-0,00753406} - 1; \\
 \Phi_{43}(x_3) &= (\Psi_{31} + 1)^{0,0850168} (\Psi_{32} + 1)^{0,707902} (\Psi_{33} + 1)^{0,838657} - 1; \\
 \Phi_1(x_1, x_2, x_3) &= 679,713[\Phi_{11}(x_1) + 1]^{1,6018} [\Phi_{12}(x_2) + 1]^{1,46359} \times \\
 &\times [\Phi_{13}(x_3) + 1]^{0,961271} + 109,926; \\
 \Phi_2(x_1, x_2, x_3) &= 257,985[\Phi_{21}(x_1) + 1]^{1,28673} [\Phi_{22}(x_2) + 1]^{1,4494} \times \\
 &\times [\Phi_{23}(x_3) + 1]^{0,946762} + 51,534; \\
 \Phi_3(x_1, x_2, x_3) &= 321,198[\Phi_{31}(x_1) + 1]^{1,28158} [\Phi_{32}(x_2) + 1]^{1,49631} \times \\
 &\times [\Phi_{33}(x_3) + 1]^{0,951132} + 62,453; \\
 \Phi_4(x_1, x_2, x_3) &= 398,771[\Phi_{41}(x_1) + 1]^{1,56375} [\Phi_{42}(x_2) + 1]^{1,75381} \times \\
 &\times [\Phi_{43}(x_3) + 1]^{0,889233} + 71,817.
 \end{aligned}$$

### 3.5. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. На чому ґрунтується підхід до побудови наближувальних функцій, що із практично прийнятною похибкою характеризують реальні функціональні залежності?

2. За яких умов доцільно формувати функціональні залежності у класі мультиплікативних функцій?

3. За яких умов шукані функції від декількох змінних можна подати у вигляді суперпозиції функцій від однієї змінної?

4. За яких умов формують структури наближувальних функцій у класі мультиплікативних функцій?

5. Чим зумовлено вибір класу і структури базових функцій під час формування функціональних залежностей?

6. Чим зумовлений вибір критеріїв під час побудови наближувальних функцій за дискретною вибіркою?

### 3.6. ВАРІАНТИ ЗАВДАННЯ

#### 3.6.1. Варіанти структури наближувальних та базових функцій

I. Структура функцій  $\Phi_i$  :

$$1 + \Phi_i(x) = \prod_{k=1}^{K_0} [1 + c_{i_k} \Phi_{i_k}(x_k)]^{L_{i_k}} ;$$

$$1 + c_{i_k} \Phi_{i_k}(x_k) = \prod_{j_k=1}^{n_k} [1 + a_{i_k j_k} \Psi_{k j_k}(x_{k j_k})]^{N_{k j_k}} ;$$

$$\ln[1 + \Phi_i(x)] = \sum_{k=1}^{K_0} L_{i_k} [1 + c_{i_k} \Phi_{i_k}(x_k)] ;$$

$$\Phi_i(x) = \exp \left\{ \sum_{k=1}^{K_0} L_{i_k} \ln[1 + c_{i_k} \Phi_{i_k}(x_k)] \right\} - 1 ; \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, K_0};$$

$$\Phi_{i_k}(x_k) = \frac{1}{c_{i_k}} \left\langle \exp \sum_{j_k=1}^{n_k} N_{k j_k} \ln[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{k j_k}(x_k)] - 1 \right\rangle ; \quad x_k = \langle x_{k j_k}, j_k = \overline{1, n_k} \rangle ;$$

$$\Psi_{k j_k}(x_{k j_k}) = \frac{1}{a_{i_k j_k}} \left\langle \exp \left\{ \varphi_{0 j_k} + \sum_{p_{j_k}=1}^{P_{k j_k}} V_{p_{j_k}} \ln[1 + \lambda_{k j_k} \varphi_{p_{j_k}}(x_{k j_k})] \right\} - 1 \right\rangle .$$

#### Варіант 1

$$[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{k j_k}(x_{k j_k})] = \prod_{p_{j_k}=1}^{P_{k j_k}} [1 + \lambda_{k j_k} T_{p_{j_k}}^*(x_{k j_k})]^{V_{k j_k}} ;$$

$$\Psi_{k j_k}(x_{k j_k}) = \frac{1}{a_{i_k j_k}} \left\langle \exp \left\{ \lambda_{0 j_k} \ln 1,5 + \sum_{p_{j_k}=1}^{P_{k j_k}} V_{p_{j_k}} \ln[1 + \lambda_{k j_k} T_{p_{j_k}}^*(x_{k j_k})] \right\} - 1 \right\rangle .$$

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$  :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow T_n^*(x); \quad \varphi_{0 j_k} = \lambda_{0 j_k} \ln(1 + T_0^*) = \lambda_{0 j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k} .$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow T_n(x); \quad \varphi_{0 j_k} = \lambda_{0 j_k} \ln(1 + T_0) = \lambda_{0 j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k} .$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow U_n^*(x); \quad \varphi_{0 j_k} = \lambda_{0 j_k} \ln(1 + U_0^*) = \lambda_{0 j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k} .$$

**Варіант 2**

$$[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{kjk}(x_{kjk})] = \prod_{pjk=1}^{P_{kjk}} [1 + \beta_{kjk} C_{pjk}(x_{kjk})]^{V_{kjk}};$$

$$\Psi_{kjk}(x_{kjk}) = \frac{1}{a_{i_k j_k}} \left\langle \exp \left\{ \sum_{pjk=1}^{P_{kjk}} V_{kjk} \ln[1 + \beta_{kjk} C_{pjk}(x_{kjk})] \right\} - 1 \right\rangle.$$

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow U_n(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + U_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow C_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + C_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow S_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + S_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

**Варіант 3**

$$[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{kjk}(x_{kjk})] = \prod_{pjk=1}^{P_{kjk}} [1 + \gamma_{kjk} S_{pjk}(x_{kjk})]^{V_{kjk}};$$

$$\Psi_{kjk}(x_{kjk}) = \frac{1}{a_{i_k j_k}} \left\langle \exp \left\{ \sum_{pjk=1}^{P_{kjk}} V_{kjk} \ln[1 + \gamma_{kjk} S_{pjk}(x_{kjk})] \right\} - 1 \right\rangle.$$

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow P_n(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + P_0) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow P_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + P_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow S_n(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + L_0) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

**Варіант 4**

$$[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{kjk}(x_{kjk})] = \prod_{pjk=1}^{P_{kjk}} [1 + \alpha_{kjk} U_{pjk}^*(x_{kjk})]^{V_{kjk}};$$

$$\Psi_{kjk}(x_{kjk}) = \frac{1}{a_{i_k j_k}} \left\langle \exp \left\{ \sum_{pjk=1}^{P_{kjk}} V_{kjk} \ln[1 + \alpha_{kjk} U_{pjk}^*(x_{kjk})] \right\} - 1 \right\rangle.$$

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow H_n(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + H_0) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow L_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + L_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

### 3.6. Варіанти завдання

#### Варіант 5

$$[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{k j_k}(x_{k j_k})] = \prod_{p j_k=1}^{P_{k j_k}} [1 + \alpha_{k j_k} U_{p j_k}^*(x_{k j_k})]^{V_{k j_k}};$$

$$\Psi_{k j_k}(x_{k j_k}) = \frac{1}{a_{i_k j_k}} \left\langle \exp \left\{ \sum_{p j_k=1}^{P_{k j_k}} V_{k j_k} \ln [1 + \alpha_{k j_k} U_{p j_k}^*(x_{k j_k})] \right\} - 1 \right\rangle.$$

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow \frac{1 + \alpha T_n^*(x)}{1 + U_{2n}^*(x) + U_n^* \alpha}; \quad \Psi_{k j_k}(x_{j_k}) = 0, 5 \lambda_{0 j_k} + \sum_{p_k=1}^{P_{j_k}} \lambda_{p_k j_k} \varphi_{p_k}(x_{j_k});$$

$$\alpha \geq 2n + 1; \quad k = \overline{1, K_0}.$$

#### Варіант 6

$$[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{k j_k}(x_{k j_k})] = \prod_{p j_k=1}^{P_{k j_k}} [1 + \beta_{k j_k} C_{p j_k}(x_{k j_k})]^{V_{k j_k}};$$

$$\Psi_{k j_k}(x_{k j_k}) = \frac{1}{a_{i_k j_k}} \left\langle \exp \left\{ \sum_{p j_k=1}^{P_{k j_k}} V_{k j_k} \ln [1 + \beta_{k j_k} C_{p j_k}(x_{k j_k})] \right\} - 1 \right\rangle.$$

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow \frac{1 + 2T_n^*(x)}{1 + U_{2n}^*(x) + 2\alpha U_n^*}; \quad \Psi_{k j_k}(x_{j_k}) = 0, 5 \lambda_{0 j_k} + \sum_{p_k=1}^{P_{j_k}} \lambda_{p_k j_k} \varphi_{p_k}(x_{j_k});$$

$$\alpha \geq 2n + 1; \quad k = \overline{1, K_0}.$$

#### Варіант 7

$$[1 + a_{i_k j_k} \Psi_{k j_k}(x_{k j_k})] = \prod_{p j_k=1}^{P_{k j_k}} [1 + \lambda_{k j_k} T_{p j_k}^*(x_{k j_k})]^{V_{k j_k}};$$

$$\Psi_{k j_k}(x_{k j_k}) = \frac{1}{a_{i_k j_k}} \left\langle \exp \left\{ \lambda_{0 j_k} \ln 1, 5 + \sum_{p j_k=1}^{P_{k j_k}} V_{k j_k} \ln [1 + \lambda_{k j_k} T_{p j_k}^*(x_{k j_k})] \right\} - 1 \right\rangle;$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow \frac{1 + U_{2n-1}^*(x)}{T_{2n}^*(x) + 2T_{2n-1}^*}; \quad \Psi_{k j_k}(x_{j_k}) = 0, 5 \lambda_{0 j_k} + \sum_{p_k=1}^{P_{j_k}} \lambda_{p_k j_k} \varphi_{p_k}(x_{j_k}); \quad k = \overline{1, K_0}.$$

**II. Структура функцій  $\Phi_i$ :**

$$\Phi_i(x) = \exp \left\{ \sum_{k=1}^{K_0} c_{ik} \ln[1 + \Phi_{ik}(x_k)] \right\} - 1; \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, K_0};$$

$$\Phi_{ik}(x_k) = \exp \left\{ \sum_{j_k=1}^{n_k} a_{i_k j_k} \ln[1 + \Psi_{kj_k}(x_{kj_k})] - 1 \right\}; \quad x_k = \langle x_{kj_k}, j_k = \overline{1, n_k} \rangle;$$

$$\Psi_{kj_k}(x_{kj_k}) = \exp \left\{ \varphi_{0j_k} + \sum_{p_{jk}=1}^{P_{kj_k}} \lambda_{p_{jk}} \ln[1 + \varphi_{p_k}(x_{kj_k})] \right\} - 1.$$

Для функцій  $\Phi_{ik}$  відомі межі інтервалів, які визначаються наступними умовами:

$$\Psi_k^- \leq \Phi_{ik}(x_k) \leq \Psi_k^+;$$

$$\Psi_k^+ = \alpha^+ \max_j \Psi_{kj}(x_{kj_k}); \quad \Psi_k^- = \alpha^- \min_j \Psi_{kj}(x_{kj_k});$$

$$0 < \alpha^- \leq 1; \quad 1 < \alpha^+ \leq N_0; \quad N_0 \neq \infty.$$

Для функцій  $\Phi_i$  відомі межі інтервалів, які визначаються наступними умовами:

$$\beta^- \min_k \Phi_{ik}(x_k) \leq \Phi_i \leq \beta^+ \max_k \Phi_{ik}(x_k);$$

$$0 < \beta^- \leq 1; \quad 1 < \beta^+ \leq M_0; \quad M_0 \neq \infty.$$

**Варіант 1**

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow T_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + T_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow T_{2n}^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + T_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow T_{2n-1}^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + T_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

**Варіант 2**

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow 2T_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + 2T_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 2; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow T_n(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + T_0) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow U_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + U_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

**Варіант 3**

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow U_n(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + U_0) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow C_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + C_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow S_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + S_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

**Варіант 4**

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow P_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + P_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow 2P_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + 2P_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln(2 \cdot 1,5); \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow P_n(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + P_0) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

**Варіант 5**

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow L_n(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + L_0) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow H_n(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + H_0) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow L_n^*(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + L_0^*) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

**Варіант 6**

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow \frac{1 + \alpha T_n^*(x)}{U_{2n}^*(x) + \alpha U_{2n}^*}; \quad \Psi_{kjk}(x_{j_k}) = 0,5\lambda_{0j_k} + \sum_{p_k=1}^{P_{jk}} \lambda_{p_k j_k} \varphi_{p_k}(x_{j_k});$$

$$\alpha \geq 2n + 1; \quad k = \overline{1, K_0}.$$

$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow 1 + H_n(x); \quad \varphi_{0j_k} = \lambda_{0j_k} \ln(1 + H_0) = \lambda_{0j_k} \ln 1,5; \quad k = \overline{1, K_0}; \quad j_k = \overline{1, n_k}.$$

**Варіант 7**

Варіанти функцій  $\varphi_{p_k}(x_{j_k})$ :



$$\varphi_{p_k}(x_{j_k}) \Rightarrow \frac{1 + 2T_n^*(x)}{U_{2n}^*(x) + 2\alpha U_n^*(x)}; \quad \Psi_{k_j k}(x_{j_k}) = 0, 5\lambda_{0_j k} + \sum_{p_k=1}^{p_{j_k}} \lambda_{p_k j_k} \varphi_{p_k}(x_{j_k});$$

$$\alpha \geq 2n + 1; \quad k = \overline{1, K_0}.$$

### 3.6.2. Варіанти тестових вибірок

#### Тестова вибірка 1

Таблиця 3.2. Вихідні дискретні дані  $X_1[X_{11}, X_{12}], X_2[X_{21}, X_{22}], X_3[X_{31}, X_{32}, X_{33}]$  і  $Y_1, Y_2, Y_4, Y_4, i = \overline{1, 4}$

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_4$	$Y_4$
1	2,050	22,015	1,050	4,015	5,000	1,000	8,100	154,621	158,145	219,406	227,683
2	5,150	16,100	1,150	9,109	15,800	2,100	4,200	398,163	173,368	192,651	190,123
3	8,200	10,125	1,192	14,125	22,500	2,500	3,500	587,411	271,084	187,691	183,576
4	11,250	4,175	1,250	19,175	28,700	3,510	2,720	767,197	383,567	78,793	174,789
5	14,325	1,200	4,325	24,198	34,500	4,200	2,530	966,547	493,813	79,497	154,316
6	17,350	0,250	8,350	29,251	39,000	5,020	2,100	1153,789	601,378	177,082	132,817
7	20,490	5,400	12,411	34,495	46,700	8,200	1,150	1210,926	855,579	267,758	257,425
8	23,698	10,500	16,505	28,498	53,800	10,100	0,720	1851,381	960,432	371,956	289,519
9	26,900	15,700	20,610	22,598	65,000	12,800	0,540	1987,364	1176,283	491,123	321,374
10	29,450	20,700	24,695	16,699	82,000	14,400	0,150	2536,123	1293,657	512,859	549,173
11	32,750	25,750	21,750	9,748	95,400	16,700	0,550	2292,341	1578,624	653,717	784,136
12	28,800	30,775	18,804	4,775	102,800	18,500	1,760	1988,324	2354,324	717,965	879,152
13	24,950	35,800	15,850	2,798	117,000	21,300	2,230	1326,939	3478,926	955,912	901,239
14	20,840	40,850	12,050	7,850	129,780	25,700	4,610	857,128	4588,675	1169,359	1225,482
15	16,910	34,855	9,910	13,855	99,000	29,900	6,160	605,327	5499,367	1292,924	1340,976
16	10,925	22,865	5,925	19,865	85,500	32,500	8,250	458,386	6468,567	1318,549	1875,846
17	4,929	16,885	1,011	25,875	71,900	28,700	12,370	218,859	7353,932	1257,354	1916,124
18	2,933	4,915	5,933	31,899	57,500	24,200	14,260	195,737	9335,124	984,167	863,928
19	1,935	8,950	10,935	37,951	43,580	19,100	16,510	106,168	11261,946	716,375	703,153
20	3,950	16,975	16,950	42,975	29,400	19,700	19,740	185,761	12151,387	541,326	631,195
21	9,810	20,995	22,950	35,015	15,500	21,000	15,140	790,639	13910,519	475,651	571,588
22	12,750	24,975	28,108	27,975	12,500	23,560	13,350	1323,784	15485,142	244,856	436,847
23	15,150	28,950	34,251	19,950	9,800	25,300	8,580	1831,438	17688,125	448,314	341,842
24	18,200	32,900	38,204	12,915	6,500	28,700	6,740	2321,321	19883,435	644,716	239,425
25	21,450	36,875	34,248	6,875	4,400	31,560	4,850	2891,845	14972,834	829,942	122,147
26	24,325	40,865	28,325	1,865	2,500	37,100	6,210	3308,614	9080,562	949,316	95,954
27	27,350	46,855	23,351	5,855	1,300	34,700	9,520	3529,956	7887,987	1148,231	150,492
28	30,400	52,850	18,408	9,850	4,700	26,200	10,750	4730,129	5688,951	1347,987	254,897
29	34,500	47,775	13,495	14,775	11,200	23,700	12,950	5917,152	3455,494	1542,967	458,289
30	29,600	42,750	8,607	19,750	14,700	20,360	8,100	8678,654	1211,209	1732,856	672,164
31	24,700	37,710	3,697	25,697	17,800	17,700	4,150	9212,145	996,197	1915,632	853,356
32	19,750	32,603	1,750	31,603	20,100	13,340	2,360	12886,243	677,325	1493,135	427,168
33	14,800	27,495	2,798	37,495	40,520	11,720	1,350	12362,345	364,615	1177,824	206,123
34	9,850	22,394	5,850	44,415	65,200	9,900	2,130	10632,879	152,534	963,453	182,659
35	4,907	17,245	8,913	36,255	80,760	7,740	4,570	9267,156	45,178	779,167	93,834
36	1,910	12,192	12,910	28,205	91,100	6,360	6,750	7070,531	36,176	580,836	71,345
37	6,925	7,175	17,925	19,175	109,500	5,700	9,260	4984,243	20,364	287,192	66,841
38	12,929	2,125	22,929	9,125	122,900	4,750	11,790	2881,956	10,428	185,834	93,952

### 3.6. Варіанти завдання

Закінчення табл. 3.2

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_4$	$Y_4$
39	18,010	1,105	27,933	3,091	128,300	3,650	13,120	1616,829	8,475	301,985	109,463
40	24,935	3,010	21,935	1,985	94,500	3,520	15,360	973,329	16,924	528,591	233,415
41	19,950	13,110	15,950	4,115	57,600	2,720	12,850	449,421	54,183	602,861	308,613
42	14,020	18,115	3,995	9,115	35,800	2,340	10,340	225,356	96,324	705,817	407,319
43	9,050	12,128	9,950	15,120	15,260	2,160	12,680	176,578	176,457	978,473	282,263
44	4,935	6,131	17,935	22,130	9,520	1,760	14,320	170,948	195,814	1081,417	184,132
45	1,925	2,135	25,925	29,135	4,800	1,480	16,160	168,334	204,549	1178,653	61,953

### Тестова вибірка 2

Таблиця 3.3. Вихідні дискретні дані для  $X_1[X_{11}, X_{12}]$ ,  $X_2[X_{21}, X_{22}]$ ,  
 $X_3[X_{31}, X_{32}, X_{33}]$  і  $Y_i[X_1, X_2, X_3]$ ,  $i = 1, 4$

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	7,9365	4,547688	0,801869	0,119987
2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	11,21875	1,890384	1,479495	0,374644
3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	17,71544	1,222225	1,328362	0,682022
4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	9,11836	1,832328	1,676315	1,572026
5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,1	7,549978	1,590182	17,37797	8,801038
6	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,1	0,2	8,542536	1,326691	3,313404	1,980978
7	0,7	0,8	0,9	1	0,1	0,2	0,3	5,561438	1,505732	3,50597	2,546557
8	0,8	0,9	1	0,1	0,2	0,3	0,4	10,277052	11,785362	1,89941	1,314689
9	0,9	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	3,167	1,639647	1,649217	1,594511
10	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	4,842161	5,95181	1,250931	0,846673
11	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	4,604236	3,147089	0,590717	0,128808
12	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	11,2643	0,38775	1,274238	0,416578
13	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	6,489882	0,834699	1,241998	2,229534
14	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	10,03773	1,53636	2,318899	5,880715
15	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,1	6,011635	1,527918	12,35336	2,523813
16	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,1	0,2	5,876103	1,88011	8,63539	1,979993
17	0,7	0,8	0,9	1	0,1	0,2	0,3	8,389618	1,009955	4,157769	2,327825
18	0,8	0,9	1	0,1	0,2	0,3	0,4	3,688077	7,542901	2,443695	3,390519
19	0,9	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	3,95483	2,938639	3,150956	1,511092
20	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	4,005693	1,112283	1,51112	0,837446
21	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	17,47966	0,138018	0,783525	0,156697
22	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	7,426851	0,731431	1,35616	0,841923
23	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	6,957012	0,655745	0,987224	0,777008
24	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	8,56587	1,184751	1,735836	1,815796
25	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,1	5,984332	1,109914	15,43216	3,976453
26	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,1	0,2	5,716426	1,116735	5,087297	2,365669
27	0,7	0,8	0,9	1	0,1	0,2	0,3	5,204267	1,658519	3,011189	2,033238
28	0,8	0,9	1	0,1	0,2	0,3	0,4	9,147076	14,03578	2,239021	2,348903
29	0,9	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	6,772665	2,222949	3,805971	1,59734
30	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	2,379775	2,940966	3,448381	0,565375

**Тестова вибірка 3**

Таблиця 3.4. Вихідні дискретні дані  $X_1[X_{11}, X_{12}]$ ,  $X_2[X_{21}, X_{22}]$ ,  $X_3[X_{31}, X_{32}, X_{33}]$  і  $Y_i[X_1, X_2, X_3]$ ,  $i = 1, 4$

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
1	5,05	8,65	7,75	6,975	4,879	3,501	5,967	254,621	98,145	119,406	117,683
2	5,052	8,7	7,78	6,955	4,886	3,553	5,978	198,163	73,368	92,651	90,123
3	5,055	8,745	7,80	6,95	4,897	3,611	5,984	187,411	91,084	87,691	83,576
4	5,06	8,75	7,82	6,945	4,916	3,652	5,987	167,197	123,567	78,793	74,789
5	5,063	9,8	7,845	6,925	4,938	3,723	5,996	166,547	163,813	79,497	74,316
6	5,064	10,25	7,851	6,895	4,947	3,758	5,999	153,789	261,378	77,082	72,817
7	5,067	11,85	7,852	6,865	4,954	3,784	5,976	110,926	355,579	67,758	77,425
8	5,07	12,87	7,853	6,854	4,967	3,809	5,964	151,381	440,432	51,956	89,519
9	5,075	14,90	8,854	6,856	4,978	3,825	5,958	187,364	336,283	91,123	121,374
10	5,08	16,91	8,855	6,855	4,984	3,845	5,937	236,123	223,657	112,859	149,173
11	5,085	18,92	9,856	6,856	4,987	3,851	5,916	292,341	118,624	153,717	184,136
12	5,09	15,92	10,86	6,865	4,996	3,8534	5,874	344,324	91,324	117,965	179,152
13	5,095	12,93	11,85	7,859	4,999	3,8536	5,842	426,939	68,926	155,912	201,239
14	5,1	11,93	12,87	7,876	4,976	3,854	5,814	477,128	44,675	169,359	225,482
15	5,125	9,935	11,89	7,895	4,964	3,856	5,756	505,327	29,367	192,924	240,976
16	5,135	8,941	9,925	7,925	4,958	3,859	5,718	558,386	18,567	218,549	275,846
17	5,15	7,945	8,945	7,945	4,937	3,867	5,671	618,859	23,932	247,354	316,124
18	5,153	6,951	7,945	7,951	4,916	3,879	5,629	895,737	35,124	284,167	363,928
19	5,157	5,965	6,95	6,955	4,874	3,886	5,567	906,168	61,946	316,375	403,153
20	5,2	4,965	5,965	6,975	4,842	3,897	5,486	885,761	121,387	341,326	431,195
21	5,25	3,974	4,975	7,001	4,814	3,916	5,452	790,639	310,519	375,651	471,588
22	5,3	2,981	5,000	7,125	4,756	3,938	5,501	723,784	485,142	446,856	436,847
23	5,315	3,985	6,975	7,145	4,718	3,947	5,554	731,438	588,125	548,314	441,842
24	5,325	4,990	7,955	7,165	4,671	3,954	5,621	721,321	683,435	644,716	439,425
25	5,35	5,995	8,945	7,195	4,629	3,967	5,658	691,845	772,834	729,942	422,147
26	5,353	7,997	9,935	7,209	4,567	3,978	5,712	508,614	880,562	849,316	435,954
27	5,357	9,001	10,92	7,225	4,482	3,984	5,753	429,956	687,987	748,231	450,492
28	5,4	10,94	11,89	7,25	4,452	3,987	5,781	330,129	488,951	647,987	454,897
29	5,425	12,90	12,86	7,975	4,364	3,996	5,802	127,152	385,494	442,967	458,289
30	5,445	10,88	14,85	7,955	4,326	3,999	5,825	78,654	211,209	232,856	172,164
31	5,465	8,944	15,85	7,95	4,264	3,976	5,845	52,145	196,197	115,632	153,356
32	5,475	6,780	12,85	7,945	4,184	3,964	5,851	86,243	87,325	93,135	127,168
33	5,485	6,764	10,85	7,925	4,156	3,958	5,854	126,345	64,615	77,824	106,123
34	5,495	6,568	8,865	7,895	4,136	3,937	5,856	132,879	52,534	63,453	82,659
35	5,497	6,437	6,859	7,865	4,129	3,916	5,854	167,156	32,178	52,167	93,834
36	5,5	5,325	4,876	7,854	4,116	3,874	5,856	170,531	66,176	42,836	91,345
37	5,515	5,206	2,895	7,853	4,098	3,842	5,859	184,243	70,364	37,192	96,841
38	5,525	5,149	1,925	7,855	4,0816	3,814	5,867	191,956	76,428	25,834	93,952
39	5,545	5,089	3,945	7,856	4,0686	3,756	5,879	216,829	83,475	50,985	109,463
40	5,575	4,933	4,953	7,865	4,0486	3,718	5,886	383,329	104,924	98,591	133,415
41	5,6	4,889	5,955	7,859	4,0246	3,671	5,005	279,421	184,183	102,861	108,613
42	5,65	3,935	6,975	7,876	4,0126	3,629	5,027	225,356	286,324	105,817	107,319
43	5,7	3,941	7,001	7,895	4,0114	3,567	5,049	176,578	366,457	78,473	82,263
44	5,745	2,945	7,125	7,925	4,0026	3,484	5,095	170,948	265,814	81,417	84,132
45	5,75	3,95	7,145	7,945	4,0019	3,452	5,189	158,334	184,549	78,653	81,953

### 3.6. Варіанти завдання

#### 3.6.3. Варіанти вибірок *Dst*

##### Вибірка 1

Значення індексу *Dst* з 2 по 3 жовтня 1995 року, визначені за кожну годину, наведено на рис. 3.4.

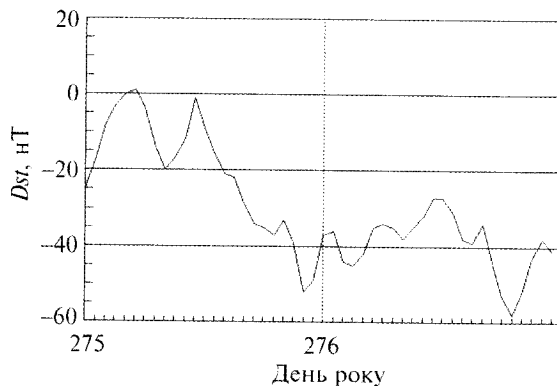


Рис. 3.4. Зміна індексу *Dst* у період з 2 по 3 жовтня 1995 року (дані фіксуються щогодини)

Таблиця 3.5. Вихідні дискретні дані для  $Y_1 = Dst(k)$ ,  $Y_2 = Dst(k + 1)$

№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$
1	-25	-17	17	-29	-34	33	-38	-35
2	-17	-8	18	-34	-35	34	-35	-32
3	-8	-3	19	-35	-37	35	-32	-27
4	-3	0	20	-37	-33	36	-27	-27
5	0	1	21	-33	-39	37	-27	-31
6	1	-4	22	-39	-52	38	-31	-38
7	-4	-14	23	-52	-49	39	-38	-39
8	-14	-20	24	-49	-37	40	-39	-34
9	-20	-17	25	-37	-36	41	-34	-44
10	-17	-12	26	-36	-44	42	-44	-53
11	-12	-1	27	-44	-45	43	-53	-58
12	-1	-9	28	-45	-42	44	-58	-52
13	-9	-16	29	-42	-35	45	-52	-43
14	-16	-21	30	-35	-34	46	-43	-38
15	-21	-22	31	-34	-35	47	-38	-41
16	-22	-29	32	-35	-38	48	-41	-32

**Розділ 3. Відновлення функціональних залежностей в мультиплікативній формі за заданою...**

*Таблиця 3.6. Вихідні дискретні дані для  $X_1 = [V/1000, B]$ ,  $X_2 = [Bz, VBz]$ ,  $X_3 = [Dst(k-1), Dst(k-2)]$*

№	$X_1 = [V/1000, B]$		$X_2 = [Bz, VBz]$		$X_3 = [Dst(k-1), Dst(k-2)]$	
	$X_{11} = V/1000$	$X_{12} = B$	$X_{21} = Bz$	$X_{22} = VBz$	$X_{31} = Dst(k-1)$	$X_{32} = Dst(k-2)$
1	0,3060	6,9	-2,1	0,6426	-27	-27
2	0,3110	7,6	2,3	0	-25	-25
3	0,3160	6,7	5,5	0	-17	-25
4	0,3180	7,3	5,1	0	-8	-17
5	0,3220	6,3	4,9	0	-3	-8
6	0,3250	5,8	-0,2	0,0650	0	-3
7	0,3310	8,1	-5,0	1,6550	1	0
8	0,3260	8,4	-5,4	1,7604	-4	1
9	0,3240	6,1	-2,6	0,8424	-14	-4
10	0,3220	6,3	3,8	0	-20	-14
11	0,3320	7,1	6,8	0	-17	-20
12	0,3410	6,6	3,1	0	-12	-17
13	0,3560	9,6	-7,2	2,5632	-1	-12
14	0,3550	9,5	-6,7	2,3785	-9	-1
15	0,3610	8,2	-0,9	0,3249	-16	-9
16	0,3650	7,8	-6,2	2,2630	-21	-16
17	0,3680	8,4	-5,3	1,9504	-22	-21
18	0,3980	7,4	-0,2	0,0796	-29	-22
19	0,4010	8,5	-4,0	1,6040	-34	-29
20	0,4070	8,0	0,7	0	-35	-34
21	0,4060	10,3	-0,6	0,2436	-37	-35
22	0,4160	10,6	-8,8	3,6608	-33	-37
23	0,4110	10,5	-6,5	2,6715	-39	-33
24	0,4040	9,8	3,0	0	-52	-39
25	0,3840	9,7	-0,8	0,3072	-49	-52
26	0,3890	11,6	-8,8	3,4232	-37	-49
27	0,4180	10,4	-3,6	1,5048	-36	-37
28	0,4200	10,2	-1,4	0,5880	-44	-36
29	0,3870	10,3	-2,3	0,8901	-45	-44
30	0,4530	9,5	1,0	0	-42	-45
31	0,4610	8,6	0,2	0	-35	-42
32	0,4460	7,8	-2,6	1,1596	-34	-35
33	0,4610	6,4	-3,5	1,6135	-35	-34
34	0,4630	6,0	-3,0	1,3890	-38	-35
34	0,4630	6,0	-3,0	1,3890	-38	-35
35	0,4750	4,9	-2,9	1,3775	-35	-38
36	0,4830	4,6	-2,2	1,0626	-32	-35
37	0,4770	5,1	-2,5	1,1925	-27	-32
38	0,4610	5,7	-4,0	1,8440	-27	-27
39	0,4570	5,2	-3,2	1,4624	-31	-27
40	0,4400	5,5	-2,3	1,0120	-38	-31
41	0,4240	6,2	-4,9	2,0776	-39	-38
42	0,4210	7,4	-7,1	2,9891	-34	-39
43	0,4220	8,8	-4,4	1,8568	-44	-34
44	0,4110	6,8	0,7	0	-53	-44
45	0,3970	6,8	0,1	0	-58	-53
46	0,4100	6,2	1,9	0	-52	-58
47	0,4050	9,4	-3,8	1,5390	-43	-52
48	0,4070	10,3	-3,4	1,3838	-38	-43

### 3.6. Варіанти завдання

#### Вибірка 2

Значення індексу  $Dst$  з 27 по 28 вересня 1995 року за кожну годину наведено на рис. 3.5.

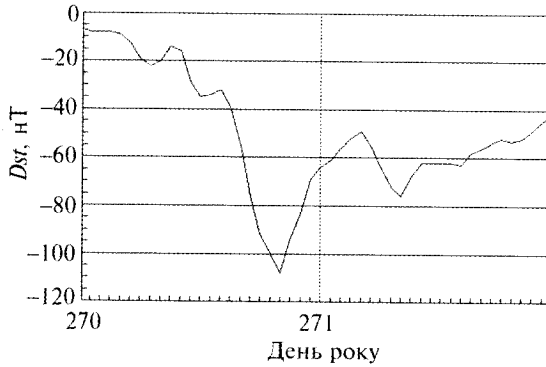


Рис. 3.5. Зміна індексу  $Dst$  у період з 27 по 28 вересня 1995 року (дані фіксуються щогодини)

Таблиця 3.7. Вихідні дискретні дані для  $Y_1 = Dst(k)$ ,  $Y_2 = Dst(k + 1)$

№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$
1	-7	-8	17	-55	-76	33	-76	-68
2	-8	-8	18	-76	-92	34	-68	-62
3	-8	-8	19	-92	-100	35	-62	-62
4	-8	-9	20	-100	-108	36	-62	-62
5	-9	-13	21	-108	-94	37	-62	-62
6	-13	-19	22	-94	-83	38	-62	-63
7	-19	-22	23	-83	-69	39	-63	-58
8	-22	-20	24	-69	-64	40	-58	-56
9	-20	-14	25	-64	-61	41	-56	-54
10	-14	-16	26	-61	-56	42	-54	-52
11	-16	-29	27	-56	-52	43	-52	-53
12	-29	-35	28	-52	-49	44	-53	-52
13	-35	-34	29	-49	-55	45	-52	-49
14	-34	-32	30	-55	-64	46	-49	-45
15	-32	-39	31	-64	-72	47	-45	-42
16	-39	-55	32	-72	-76	48	-42	-36

**Розділ 3. Відновлення функціональних залежностей в мультиплікативній формі за заданою...**

*Таблиця 3.8. Вихідні дискретні дані для  $X_1 = [V/1000, B]$ ,  $X_2 = [Bz, VBs]$ ,  $X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$*

№	$X_1 = [V/1000, B]$		$X_2 = [Bz, VBs]$		$X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$	
	$X_{11} = V/1000$	$X_{12} = B$	$X_{21} = Bz$	$X_{22} = VBs$	$X_{31} = Dst(k - 1)$	$X_{32} = Dst(k - 2)$
1	0,3630	5,5	-1,1	0,3993	-9	-12
2	0,3640	4,4	-2,1	0,7644	-7	-9
3	0,3560	3,5	-0,7	0,2492	-8	-7
4	0,3660	4,3	-1,1	0,4026	-8	-8
5	0,3570	6,6	-3,9	1,3923	-8	-8
6	0,3520	6,6	-4,2	1,4784	-9	-8
7	0,3560	6,3	-2,8	0,9968	-13	-9
8	0,3600	6,7	-4,9	1,7640	-19	-13
9	0,3480	7,4	-2,4	0,8352	-22	-19
10	0,3500	7,1	-2,9	1,0150	-20	-22
11	0,3670	7,7	-6,8	2,4956	-14	-20
12	0,3630	8,1	-6,6	2,3958	-16	-14
13	0,3520	7,2	-1,0	0,3520	-29	-16
14	0,3540	8,1	-7,3	2,5842	-35	-29
15	0,3750	10,4	-8,8	3,3000	-34	-35
16	0,4040	13,3	-11,9	4,8076	-32	-34
17	0,4170	13,5	-12,2	5,0874	-39	-32
18	0,4180	14,4	-14,3	5,9774	-55	-39
19	0,4190	14,1	-12,9	5,4051	-76	-55
20	0,4050	13,8	-12,3	4,9815	-92	-76
21	0,3920	13,7	-8,9	3,4888	-100	-92
22	0,3840	10,3	-2,4	0,9216	-108	-100
23	0,3870	8,8	6,5	0	-94	-108
24	0,3800	7,8	2,3	0	-83	-94
25	0,3880	5,9	0,3	0	-69	-83
26	0,4080	3,3	0,7	0	-64	-69
27	0,3980	6,2	-1,1	0,4378	-61	-64
28	0,3930	8,0	0,6	0	-56	-61
29	0,3910	8,5	-1,8	0,7038	-52	-56
30	0,3730	9,0	-7,6	2,8348	-49	-52
31	0,3860	8,5	-7,8	3,0108	-55	-49
32	0,3880	8,2	-6,7	2,5996	-64	-55
33	0,3840	6,6	-4,0	1,5360	-72	-64
34	0,3910	7,2	-4,5	1,7595	-76	-72
35	0,3990	7,2	-3,3	1,3167	-68	-76
36	0,3970	6,9	-3,2	1,2704	-62	-68
37	0,3850	4,8	-2,0	0,7700	-62	-62
38	0,3870	2,0	0,0	0	-62	-62
39	0,3930	5,1	1,1	0	-62	-62
40	0,3960	4,4	2,4	0	-63	-62
41	0,3800	4,2	1,9	0	-58	-63
42	0,3660	4,0	1,1	0	-56	-58
43	0,3480	3,9	0,9	0	-54	-56
44	0,3460	3,6	0,2	0	-52	-54
45	0,3630	3,9	1,1	0	-53	-52
46	0,3610	3,7	0,5	0	-52	-53
47	0,3530	3,8	-0,4	0,1412	-49	-52
48	0,3610	4,2	0,4	0	-45	-49

### 3.6. Варіанти завдання

#### Вибірка 3

Значення індексу  $Dst$  з 5 по 6 вересня 1995 року за кожну годину наведено на рис. 3.6.

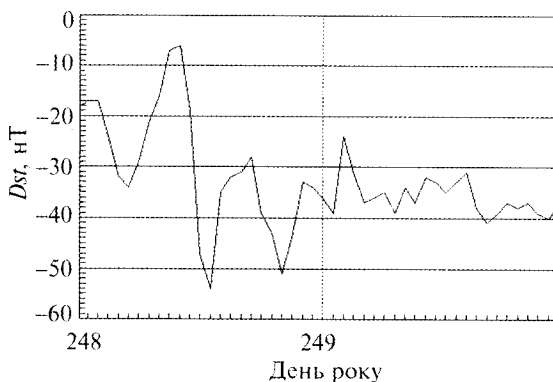


Рис. 3.6. Зміна індексу  $Dst$  у період з 5 по 6 вересня 1995 року (дані фіксуються щогодини)

Таблиця 3.9. Вихідні дискретні дані для  $Y_1 = Dst(k)$ ,  $Y_2 = Dst(k + 1)$

№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$
1	-18	-17	17	-31	-28	33	-34	-37
2	-17	-17	18	-28	-39	34	-37	-32
3	-17	-24	19	-39	-43	35	-32	-33
4	-24	-32	20	-43	-51	36	-33	-35
5	-32	-34	21	-51	-44	37	-35	-33
6	-34	-29	22	-44	-33	38	-33	-31
7	-29	-21	23	-33	-34	39	-31	-38
8	-21	-16	24	-34	-36	40	-38	-41
9	-16	-7	25	-36	-39	41	-41	-39
10	-7	-6	26	-39	-24	42	-39	-37
11	-6	-19	27	-24	-31	43	-37	-38
12	-19	-47	28	-31	-37	44	-38	-37
13	-47	-54	29	-37	-36	45	-37	-39
14	-54	-35	30	-36	-35	46	-39	-40
15	-35	-32	31	-35	-39	47	-40	-37
16	-32	-31	32	-39	-34	48	-37	-28

Таблиця 3.10. Вихідні дискретні дані для  $X_1 = [V/1000, B]$ ,  
 $X_2 = [Bz, VBs]$ ,  $X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$

№	$X_{11} = V/1000$	$X_{12} = B$	$X_{21} = Bz$	$X_{22} = VBs$	$X_{31} = Dst(k - 1)$	$X_{32} = Dst(k - 2)$
1	0,3120	6,3	-5,3	1,6536	-14	-9
2	0,3170	5,5	-5,0	1,5850	-18	-14
3	0,3230	5,6	-5,2	1,6796	-17	-18
4	0,3200	7,0	-6,3	2,0160	-17	-17



№	$X_{11} = V/1000$	$X_{12} = B$	$X_{21} = Bz$	$X_{22} = VBs$	$X_{31} = Dst(k - 1)$	$X_{32} = Dst(k - 2)$
5	0,3130	7,0	-4,9	1,5337	-24	-17
6	0,3160	5,2	-0,7	0,2212	-32	-24
7	0,3120	5,8	0,4	0	-34	-32
8	0,3100	5,8	0,0	0	-29	-34
9	0,3150	5,5	-0,6	0,1890	-21	-29
10	0,3210	5,3	-2,2	0,7062	-16	-21
11	0,3310	8,9	-7,6	2,5156	-7	-16
12	0,3390	11,6	-9,9	3,3561	-6	-7
13	0,3330	15,8	-9,4	3,1302	-19	-6
14	0,3340	12,4	7,8	0	-47	-19
15	0,3420	12,4	10,0	0	-54	-47
16	0,3910	17,1	0,0	0	-35	-54
17	0,4240	19,0	8,7	0	-32	-35
18	0,4810	16,6	-4,8	2,3088	-31	-32
19	0,5280	14,9	-3,3	1,7424	-28	-31
20	0,5170	17,5	-5,2	2,6884	-39	-28
21	0,5000	16,1	-1,7	0,8500	-43	-39
22	0,5110	13,1	-3,1	1,5841	-51	-43
23	0,5450	13,1	-0,7	0,3815	-44	-51
24	0,5320	13,0	-3,3	1,7556	-33	-44
25	0,5420	10,5	-1,7	0,9214	-34	-33
26	0,5240	11,2	0,7	0	-36	-34
27	0,5360	11,3	4,0	0	-39	-36
28	0,5760	8,4	1,5	0	-24	-39
29	0,5980	7,6	-0,5	0,2990	-31	-24
30	0,6110	8,4	0,5	0	-37	-31
31	0,5990	6,7	0,3	0	-36	-37
32	0,5740	7,2	-0,7	0,4018	-35	-36
33	0,5420	7,9	0,4	0	-39	-35
34	0,5480	6,6	-1,2	0,6576	-34	-39
35	0,5460	6,3	0,1	0	-37	-34
36	0,5520	5,2	-1,4	0,7728	-32	-37
37	0,5510	5,7	-1,1	0,6061	-33	-32
38	0,5280	6,0	-1,4	0,7392	-35	-33
39	0,5620	6,1	-2,4	1,3488	-33	-35
40	0,5660	5,4	-3,1	1,7546	-31	-33
41	0,5460	6,4	-1,0	0,5460	-38	-31
42	0,5310	6,4	0,3	0	-41	-38
43	0,5220	5,7	-0,9	0,4698	-39	-41
44	0,5210	5,6	0,1	0	-37	-39
45	0,5220	4,8	-0,4	0,2088	-38	-37
46	0,5730	5,1	-1,6	0,9168	-37	-38
47	0,5410	5,0	-1,4	0,7574	-39	-37
48	0,5420	6,3	0,7	0	-40	-39

### 3.6. Варіанти завдання

#### Вибірка 4

Значення індексу  $Dst$  з 15 по 17 травня 1995 року за кожну годину (початок 12:00 дня 15 травня, кінець — 11:00 дня 17 травня) наведено на рис. 3.7.

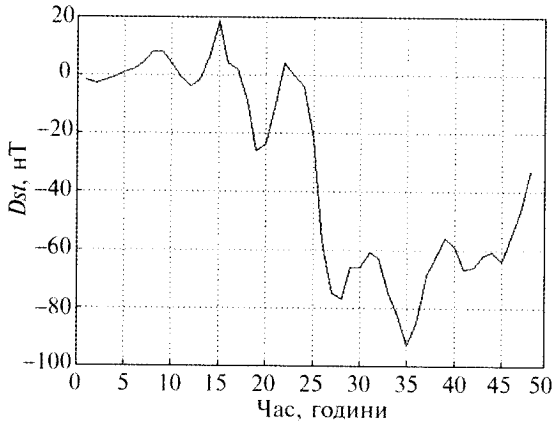


Рис. 3.7. Зміна індексу  $Dst$  у період з 15 по 17 травня 1995 року (дані фіксуються щогодини)

Таблиця 3.11. Вихідні дискретні дані для  $Y_1 = Dst(k)$ ,  $Y_2 = Dst(k + 1)$

№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$
1	-2	-3	17	2	-9	33	-75	-83
2	-3	-2	18	-9	-26	34	-83	-93
3	-2	-1	19	-26	-24	35	-93	-85
4	-1	1	20	-24	-10	36	-85	-69
5	1	2	21	-10	4	37	-69	-63
6	2	4	22	4	0	38	-63	-56
7	4	8	23	0	-4	39	-56	-59
8	8	8	24	-4	-22	40	-59	-67
9	8	4	25	-22	-57	41	-67	-66
10	4	-1	26	-57	-75	42	-66	-62
11	-1	-4	27	-75	-77	43	-62	-61
12	-4	-2	28	-77	-66	44	-61	-64
13	-2	6	29	-66	-66	45	-64	-55
14	6	18	30	-66	-61	46	-55	-47
15	18	4	31	-61	-63	47	-47	-33
16	4	2	32	-63	-75	48	-33	-38

**Розділ 3. Відновлення функціональних залежностей в мультиплікативній формі за заданою...**

*Таблиця 3.12. Вихідні дискретні дані для  $X_1 = [V/1000, B]$ ,  $X_2 = [Bz, VBs]$ ,  
 $X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$*

№	$X_1 = [V/1000, B]$		$X_2 = [Bz, VBs]$		$X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$	
	$X_{11} = V/1000$	$X_{12} = B$	$X_{21} = Bz$	$X_{22} = VBs$	$X_{31} = Dst(k - 1)$	$X_{32} = Dst(k - 2)$
1	0,3250	2,4	-1,4	0,4550	0	-2
2	0,3190	2,4	-1,4	0,4466	-2	0
3	0,3170	2,0	-1,4	0,4438	-3	-2
4	0,3140	1,9	-0,4	0,1256	-2	-3
5	0,3180	2,1	1,1	0	-1	-2
6	0,3180	1,9	0,8	0	1	-1
7	0,3170	2,5	1,9	0	2	1
8	0,3230	3,2	1,0	0	4	2
9	0,3260	2,3	0,2	0	8	4
10	0,3220	3,9	-3,5	1,1270	8	8
11	0,3270	3,7	-2,8	0,9156	4	8
12	0,3360	4,7	-1,4	0,4704	-1	4
13	0,3350	5,1	0,6	0	-4	-1
14	0,3440	4,0	2,2	0	-2	-4
15	0,3520	7,8	-4,8	1,6896	6	-2
16	0,3710	13,1	-5,1	1,8921	18	6
17	0,3790	12,9	-6,9	2,6151	4	18
18	0,3840	15,5	-7,3	2,8032	2	4
19	0,4190	23,3	4,1	0	-9	2
20	0,4190	23,9	12,1	0	-26	-9
21	0,4130	21,9	12,9	0	-24	-26
22	0,4010	15,9	10,5	0	-10	-24
23	0,4290	18,7	8,8	0	4	-10
24	0,4410	21,3	-12,7	5,6007	0	4
25	0,4360	17,0	-14,3	6,2348	-4	0
26	0,4530	12,1	-9,8	4,4394	-22	-4
27	0,4610	13,7	-7,9	3,6419	-57	-22
28	0,4530	11,8	-9,4	4,2582	-75	-57
29	0,4300	8,3	-5,2	2,2360	-77	-75
30	0,4630	7,0	-1,5	0,6945	-66	-77
31	0,5040	7,0	-5,6	2,8224	-66	-66
32	0,4970	8,9	-5,9	2,9323	-61	-66
33	0,4750	8,4	-6,6	3,1350	-63	-61
34	0,4590	6,9	-6,3	2,8917	-75	-63
35	0,4430	7,7	-6,9	3,0567	-83	-75
36	0,4410	7,0	-5,2	2,2932	-93	-83
37	0,4580	6,0	-0,8	0,3664	-85	-93
38	0,4880	5,0	-2,6	1,2688	-69	-85
39	0,4740	5,3	-4,6	2,1804	-63	-69
40	0,4790	6,0	-5,2	2,4908	-56	-63
41	0,4760	6,6	-6,3	2,9988	-59	-56
42	0,4700	7,9	-7,2	3,3840	-67	-59
43	0,4720	8,2	-7,0	3,3040	-66	-67
44	0,4790	6,1	-3,9	1,8681	-62	-66
45	0,4630	5,1	-3,0	1,3890	-61	-62
46	0,4580	3,7	-2,6	1,1908	-64	-61
47	0,4530	4,8	-1,7	0,7701	-55	-64
48	0,4700	3,0	-1,0	0,4700	-47	-55

### 3.6. Варіанти завдання

#### Вибірка 5

Значення індексу  $Dst$  з 7 по 8 квітня 1995 року за кожну годину наведено на рис. 3.8.

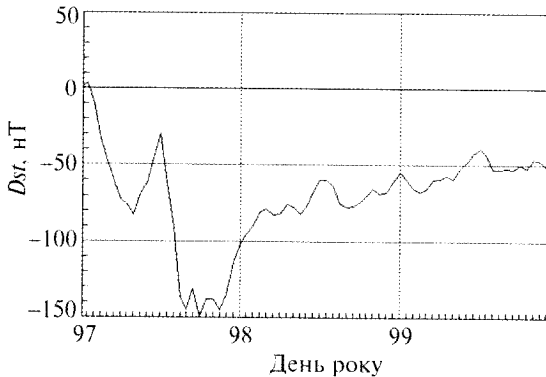


Рис. 3.8. Зміна індексу  $Dst$  у період з 7 по 8 квітня 1995 року (дані фіксуються щогодини)

Таблиця 3.13. Вихідні дискретні дані для  $Y_1 = Dst(k)$ ,  $Y_2 = Dst(k + 1)$

№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$
1	1	4	17	-145	-131	33	-78	-82
2	4	-10	18	-131	-149	34	-82	-78
3	-10	-33	19	-149	-138	35	-78	-68
4	-33	-48	20	-138	-138	36	-68	-60
5	-48	-61	21	-138	-145	37	-60	-60
6	-61	-73	22	-145	-135	38	-60	-64
7	-73	-76	23	-135	-114	39	-64	-75
8	-76	-83	24	-114	-102	40	-75	-78
9	-83	-69	25	-102	-95	41	-78	-77
10	-69	-62	26	-95	-90	42	-77	-74
11	-62	-46	27	-90	-81	43	-74	-70
12	-46	-30	28	-81	-79	44	-70	-65
13	-30	-62	29	-79	-83	45	-65	-69
14	-62	-91	30	-83	-82	46	-69	-68
15	-91	-137	31	-82	-76	47	-68	-61
16	-137	-145	32	-76	-78	48	-61	-55

**Розділ 3. Відновлення функціональних залежностей в мультиплікативній формі за заданою...**

*Таблиця 3.14. Вихідні дискретні дані для  $X_1 = [V/1000, B]$ ,  $X_2 = [Bz, VBs]$ ,  $X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$*

№	$X_1 = [V/1000, B]$		$X_2 = [Bz, VBs]$		$X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$	
	$X_{11} = V/1000$	$X_{12} = B$	$X_{21} = Bz$	$X_{22} = VBs$	$X_{31} = Dst(k - 1)$	$X_{32} = Dst(k - 2)$
1	0,3260	9,1	-5,9	1,9234	1	-1
2	0,3350	8,9	-5,5	1,8425	1	1
3	0,3370	9,5	-7,7	2,5949	4	1
4	0,3260	13,6	-12,0	3,9120	-10	4
5	0,3210	12,3	-10,2	3,2742	-33	-10
6	0,3210	12,0	-9,5	3,0495	-48	-33
7	0,3150	12,8	-9,8	3,0870	-61	-48
8	0,3260	12,6	-6,1	1,9886	-73	-61
9	0,3430	15,6	-4,3	1,4749	-76	-73
10	0,3450	11,7	-5,6	1,9320	-83	-76
11	0,3410	13,8	-0,3	0,1023	-69	-83
12	0,3580	15,5	-2,8	1,0024	-62	-69
13	0,3800	22,0	-6,3	2,3940	-46	-62
14	0,4370	24,9	-6,5	2,8405	-30	-46
15	0,4770	23,9	-15,4	7,3458	-62	-30
16	0,5600	18,7	-4,4	2,4640	-91	-62
17	0,5980	16,0	-3,4	2,0332	-137	-91
18	0,6220	12,9	-6,8	4,2296	-145	-137
19	0,6100	13,9	-6,2	3,7820	-131	-145
20	0,5830	15,2	-6,1	3,5563	-149	-131
21	0,5870	13,6	-4,9	2,8763	-138	-149
22	0,6960	5,5	-1,3	0,9048	-138	-138
23	0,7050	5,1	3,1	0	-145	-138
24	0,6930	5,0	0,7	0	-135	-145
25	0,6840	5,3	0,1	0	-114	-135
26	0,6750	5,3	-0,2	0,1350	-102	-114
27	0,6790	5,4	0,2	0	-95	-102
28	0,6810	5,8	-1,0	0,6810	-90	-95
29	0,6930	5,5	-1,3	0,9009	-81	-90
30	0,6840	5,5	-2,6	1,7784	-79	-81
31	0,6720	5,7	-1,3	0,8736	-83	-79
32	0,6650	4,9	-0,5	0,3325	-82	-83
33	0,6690	4,1	-0,2	0,1338	-76	-82
34	0,6540	4,6	0,0	0	-78	-76
35	0,6650	4,6	1,9	0	-82	-78
36	0,6610	4,6	-0,6	0,3966	-78	-82
37	0,6730	4,7	-0,8	0,5384	-68	-78
38	0,6500	4,8	0,9	0	-60	-68
39	0,6380	5,3	-2,9	1,8502	-60	-60
40	0,6340	6,4	-3,8	2,4092	-64	-60
41	0,6030	6,0	-1,8	1,0854	-75	-64
42	0,6100	5,6	0,7	0	-78	-75
43	0,6010	5,6	0,1	0	-77	-78
44	0,5950	5,5	-0,6	0,3570	-74	-77
45	0,5950	5,5	-0,6	0,3570	-70	-74
46	0,6250	5,6	-2,4	1,5000	-65	-70
47	0,6060	5,3	-0,8	0,4848	-69	-65
48	0,6210	5,9	-1,0	0,6210	-68	-69

### 3.6. Варіанти завдання

#### Вибірка 6

Значення індексу  $Dst$  з 23 по 25 грудня 1995 року за кожну годину (початок 12:00 дня 23 грудня, кінець — 11:00 дня 25 грудня) наведено на рис. 3.9.

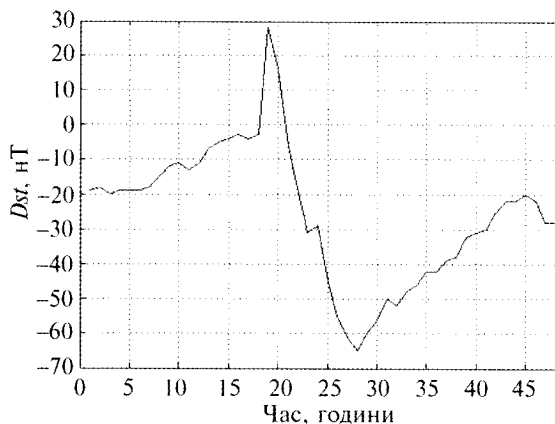


Рис. 3.9. Зміна індексу  $Dst$  у період з 23 по 25 грудня 1995 року (дані фіксуються щогодини)

Таблиця 3.15. Вихідні дискретні дані для  $Y_1 = Dst(k)$ ,  $Y_2 = Dst(k + 1)$

№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$
1	-19	-18	17	-4	-3	33	-48	-46
2	-18	-20	18	-3	28	34	-46	-42
3	-20	-19	19	28	16	35	-42	-42
4	-19	-19	20	16	-6	36	-42	-39
5	-19	-19	21	-6	-18	37	-39	-38
6	-19	-18	22	-18	-31	38	-38	-32
7	-18	-15	23	-31	-29	39	-32	-31
8	-15	-12	24	-29	-45	40	-31	-30
9	-12	-11	25	-45	-55	41	-30	-25
10	-11	-13	26	-55	-61	42	-25	-22
11	-13	-11	27	-61	-65	43	-22	-22
12	-11	-7	28	-65	-60	44	-22	-20
13	-7	-5	29	-60	-56	45	-20	-22
14	-5	-4	30	-56	-50	46	-22	-28
15	-4	-3	31	-50	-52	47	-28	-28
16	-3	-4	32	-52	-48	48	-28	-25

**Розділ 3. Відновлення функціональних залежностей в мультиплікативній формі за заданою...**

*Таблиця 3.16. Вихідні дискретні дані для  $X_1 = [V/1000, B]$ ,  $X_2 = [Bz, VBs]$ ,  $X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$*

№	$X_1 = [V/1000, B]$		$X_2 = [Bz, VBs]$		$X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$	
	$X_{11} = V/1000$	$X_{12} = B$	$X_{21} = Bz$	$X_{22} = VBs$	$X_{31} = Dst(k - 1)$	$X_{32} = Dst(k - 2)$
1	0,3590	4,7	-1,2	0,4308	-26	-30
2	0,3920	4,7	-1,6	0,6272	-19	-26
3	0,4020	3,7	0,8	0	-18	-19
4	0,3940	3,4	0,8	0	-20	-18
5	0,4000	3,1	-0,2	0,0800	-19	-20
6	0,3920	4,2	-0,5	0,1960	-19	-19
7	0,3980	4,6	-0,2	0,0796	-19	-19
8	0,4090	3,0	0,6	0	-18	-19
9	0,3850	4,7	0,4	0	-15	-18
10	0,3800	3,3	1,9	0	-12	-15
11	0,3690	6,0	2,7	0	-11	-12
12	0,3660	6,4	0,3	0	-13	-11
13	0,3620	6,7	0,2	0	-11	-13
14	0,3550	5,3	0,2	0	-7	-11
15	0,3460	5,7	0,7	0	-5	-7
16	0,3440	7,0	-4,8	1,6512	-4	-5
17	0,3400	7,1	0,1	0	-3	-4
18	0,3340	6,3	0,0	0	-4	-3
19	0,4020	13,8	-1,4	0,5628	-3	-4
20	0,4330	18,1	-9,9	4,2867	28	-3
21	0,4430	20,4	4,1	0	16	28
22	0,4910	16,2	-8,9	4,3699	-6	16
23	0,5260	17,0	7,5	0	-18	-6
24	0,5200	13,0	-3,1	1,6120	-31	-18
25	0,5350	8,9	-4,1	2,1935	-29	-31
26	0,5480	10,1	-4,0	2,1920	-45	-29
27	0,5620	7,3	-2,3	1,2926	-55	-45
28	0,5740	4,2	0,9	0	-61	-55
29	0,5600	4,4	1,0	0	-65	-61
30	0,5390	5,7	2,1	0	-60	-65
31	0,5320	5,2	-0,5	0,2660	-56	-60
32	0,5490	4,4	0,1	0	-50	-56
33	0,5640	5,1	-1,9	1,0716	-52	-50
34	0,5980	5,5	1,3	0	-48	-52
35	0,6070	4,3	0,1	0	-46	-48
36	0,5890	4,0	-0,4	0,2356	-42	-46
37	0,6140	5,4	1,4	0	-42	-42
38	0,5940	5,5	1,5	0	-39	-42
39	0,6210	3,2	0,4	0	-38	-39
40	0,5940	3,9	-0,3	0,1782	-32	-38
41	0,5990	3,4	-0,4	0,2396	-31	-32
42	0,5890	4,2	-0,4	0,2356	-30	-31
43	0,6060	5,4	0,0	0	-25	-30
44	0,6540	7,0	2,6	0	-22	-25
45	0,6580	6,8	4,3	0	-22	-22
46	0,6730	5,7	1,1	0	-20	-22
47	0,6570	6,5	1,7	0	-22	-20
48	0,6520	7,1	0,2	0	-28	-22

### 3.6. Варіанти завдання

#### Вибірка 7

Значення індексу  $Dst$  з 25 по 26 лютого 1996 року за кожну годину наведено на рис. 3.10.

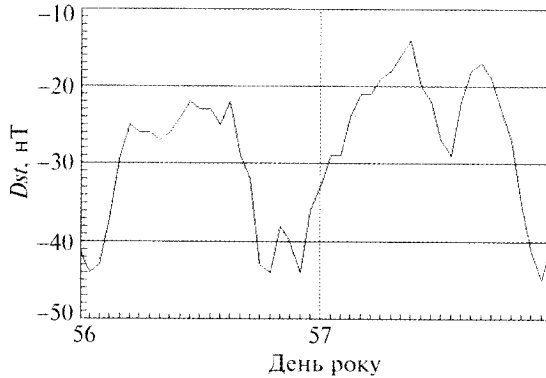


Рис. 3.10. Зміна індексу  $Dst$  у період з 25 по 26 лютого 1996 року (дані фіксуються щогодини)

Таблиця 3.17. Вихідні дискретні дані для  $Y_1 = Dst(k)$ ,  $Y_2 = Dst(k + 1)$

№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$	№	$Y_1 = Dst(k)$	$Y_2 = Dst(k + 1)$
1	-41	-44	17	-29	-32	33	-16	-14
2	-44	-43	18	-32	-43	34	-14	-20
3	-43	-37	19	-43	-44	35	-20	-22
4	-37	-29	20	-44	-38	36	-22	-27
5	-29	-25	21	-38	-40	37	-27	-29
6	-25	-26	22	-40	-44	38	-29	-22
7	-26	-26	23	-44	-36	39	-22	-18
8	-26	-27	24	-36	-33	40	-18	-17
9	-27	-26	25	-33	-29	41	-17	-19
10	-26	-24	26	-29	-29	42	-19	-23
11	-24	-22	27	-29	-24	43	-23	-27
12	-22	-23	28	-24	-21	44	-27	-35
13	-23	-23	29	-21	-21	45	-35	-41
14	-23	-25	30	-21	-19	46	-41	-45
15	-25	-22	31	-19	-18	47	-45	-40
16	-22	-29	32	-18	-16	48	-40	-37



**Розділ 3. Відновлення функціональних залежностей в мультиплікативній формі за заданою...**

*Таблиця 3.18. Вихідні дискретні дані для  $X_1 = [V/1000, B]$ ,  $X_2 = [Bz, VBs]$ ,  $X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$*

№	$X_1 = [V/1000, B]$		$X_2 = [Bz, VBs]$		$X_3 = [Dst(k - 1), Dst(k - 2)]$	
	$X_{11} = V/1000$	$X_{12} = B$	$X_{21} = Bz$	$X_{22} = VBs$	$X_{31} = Dst(k - 1)$	$X_{32} = Dst(k - 2)$
1	0,5020	6,5	-1,5	0,7530	-41	-42
2	0,4890	6,3	-2,8	1,3692	-41	-41
3	0,4810	5,9	-1,7	0,8177	-44	-41
4	0,4620	4,5	-2,7	1,2474	-43	-44
5	0,4620	4,5	-1,9	0,8778	-37	-43
6	0,4730	4,6	-1,6	0,7568	-29	-37
7	0,4690	4,1	-2,0	0,9380	-25	-29
8	0,4770	4,3	-0,5	0,2385	-26	-25
9	0,4660	4,7	0,9	0	-26	-26
10	0,4640	5,4	2,6	0	-27	-26
11	0,4580	5,2	2,5	0	-26	-27
12	0,4820	5,5	-1,1	0,5302	-24	-26
13	0,4840	4,8	-1,5	0,7260	-22	-24
14	0,4950	5,1	-1,6	0,7920	-23	-22
15	0,4890	6,2	-2,1	1,0269	-23	-23
16	0,5020	6,3	-1,9	0,9538	-25	-23
17	0,5040	6,9	-3,5	1,7640	-22	-25
18	0,4960	6,7	-3,6	1,7856	-29	-22
19	0,4920	6,5	-3,1	1,5252	-32	-29
20	0,4770	5,9	0,9	0	-43	-32
21	0,4980	5,1	-2,0	0,9960	-44	-43
22	0,4760	5,9	-1,7	0,8092	-38	-44
23	0,4740	6,1	0,0	0	-40	-38
24	0,4870	5,2	-1,1	0,5357	-44	-40
25	0,4790	5,2	2,3	0	-36	-44
26	0,4880	6,2	-0,8	0,3904	-33	-36
27	0,5140	5,7	2,2	0	-29	-33
28	0,5120	5,2	1,5	0	-29	-29
29	0,5070	6,0	1,5	0	-24	-29
30	0,4860	4,4	-0,2	0,0972	-21	-24
31	0,4930	6,3	0,6	0	-21	-21
32	0,5300	7,8	1,8	0	-19	-21
33	0,5480	7,0	5,0	0	-18	-19
34	0,5610	5,6	0,7	0	-16	-18
35	0,5630	5,4	-0,5	0,2815	-14	-16
36	0,5680	4,8	-2,1	1,1928	-20	-14
37	0,5700	5,2	-1,1	0,6270	-22	-20
38	0,5530	6,0	0,3	0	-27	-22
39	0,5610	6,2	2,1	0	-29	-27
40	0,5670	5,0	1,1	0	-22	-29
41	0,5700	5,4	3,1	0	-18	-22
42	0,5530	5,4	1,5	0	-17	-18
43	0,5510	5,2	-0,2	0,1102	-19	-17
44	0,5690	4,6	-0,4	0,2276	-23	-19
45	0,5700	5,0	0,6	0	-27	-23
46	0,5910	4,0	-2,3	1,3593	-35	-27
47	0,5810	3,9	0,1	0	-41	-35
48	0,5700	4,2	1,0	0	-45	-41

## СИСТЕМНА ЗАДАЧА АКТИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ І ПРОТИДІЇ КОАЛІЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ФАКТОРІВ РИЗИКУ

У першому розділі розглянуто задачі розкриття деяких типів невизначеностей у процесі взаємодії чи протидії цілей або інтересів окремих суб'єктів, не об'єднаних між собою у певні групи (коаліції). Водночас на практиці реалізуються не лише складніші форми взаємодії і протидії, а й складніші організаційні структури суб'єктів. Наприклад, у світовій економіці існують різні міжнаціональні об'єднання, союзи, а також інші форми взаємозв'язків і взаємодій виробників та споживачів різних видів послуг, сировини і готової продукції. За умов ринкової економіки для таких суб'єктів характерні одночасні впливи факторів невизначеності, ризику, конкуренції, взаємодії або протидії. Тому практичний інтерес становить дослідження і розроблення методів розв'язання системних задач активної взаємодії і протидії таких об'єднань і коаліцій [1, 2, 38].

У цьому розділі запропоновано математичний апарат формалізації і розв'язання системних задач розкриття невизначеності та оптимізації цілей партнерів однієї коаліції в задачах активної взаємодії і протидії кількох коаліцій з урахуванням факторів ризику.

### 4.1. ЗАГАЛЬНА СТРАТЕГІЯ РОЗКРИТТЯ ЗАДАЧІ ПРОТИДІЇ КОАЛІЦІЙ

У загальному випадку множину коаліцій  $X$  можна зобразити як об'єднання двох підмножин:

$$X = X_1 \cup X_2.$$

Підмножину  $X_1$  складають коаліції, які взаємодіють між собою як партнери і стратегічні цілі яких збігаються, а інтереси можуть відрізнятись, але не є антагоністичними. До підмножини  $X_2$  входять коаліції, кожна з яких діє у власних інтересах і є конкурентом інших суб'єктів певного виду практичної діяльності.

Розглянемо випадки протидії коаліцій. Перейдемо до математичного опису цілей коаліції підмножини  $X_2$  на прикладі протидії двох коаліцій. Вектор-функцію цілей протидії двох коаліцій зобразимо у вигляді

$$\bar{F}_{rr+1}(\bar{x}_{0r}, \tilde{\bar{x}}_{0r+1}) = \bar{F}_{rr+1} \left\{ \bar{F}_r(\bar{x}_{0r}, \tilde{\bar{x}}_{0r+1}), \tilde{\bar{F}}_{r+1}^{(r)}(\bar{x}_{0r}, \tilde{\bar{x}}_{0r+1}) \right\};$$

$$\bar{F}_{r+1r}(\bar{x}_{0r+1}, \tilde{\tilde{x}}_{0r}) = \bar{F}_{r+1r} \left\{ \bar{F}_{r+1}(\bar{x}_{0r+1}, \tilde{\tilde{x}}_{0r}), \tilde{\tilde{F}}_r^{(r+1)}(\bar{x}_{0r+1}, \tilde{\tilde{x}}_{0r}) \right\},$$

де  $\bar{x}_{0r}$  — вектор узагальненого рішення  $r$ -ї коаліції, який визначатимемо як кортеж

$$\bar{x}_{0r} = \langle \bar{x}_r, \bar{\chi}_r \rangle,$$

що складається з послідовно розміщених компонент векторів  $\bar{x}_r$  власних стратегій тільки  $i_r$ -го учасника коаліції, а вся сукупність спільних коаліційних стратегій  $r$ -ї коаліції залежить від вектора  $\bar{\chi}_r$ .

Покладаючи для простоти запису  $r = 1$ , маємо

$$\bar{F}_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{\tilde{x}}_{02}) = \bar{F}_{12} \left\{ \bar{F}_1(\bar{x}_{01}, \tilde{\tilde{x}}_{02}), \tilde{\tilde{F}}_2^{(1)}(\bar{x}_{01}, \tilde{\tilde{x}}_{02}) \right\};$$

$$\bar{F}_{21}(\bar{x}_{02}, \tilde{\tilde{x}}_{01}) = \bar{F}_{21} \left\{ \bar{F}_2(\bar{x}_{02}, \tilde{\tilde{x}}_{01}), \tilde{\tilde{F}}_1^{(2)}(\bar{x}_{02}, \tilde{\tilde{x}}_{01}) \right\}.$$

Цільові вектор-функції взаємодії партнерів в одній коаліції взаємно невідомі іншій, що відповідає реальним умовам протидії для випадку конкуренції або протиборства коаліцій. Тоді вважатимемо, що точно відомі лише функції взаємодії партнерів у власній коаліції, тобто для коаліції 1 точно відома вектор-функція  $\bar{F}_1$ , для коаліції 2 — вектор-функція  $\bar{F}_2$ . Вектор-функція  $\tilde{\tilde{F}}_2^{(1)}$  описує цілі взаємодії партнерів коаліції 2 у формі її інтерпретації коаліцією 1 у вектор-функції  $\bar{F}_{12}$  і є наближеною в тому сенсі, що коаліція 1 не має повної інформації про цілі та рішення коаліції 2 та формує цю вектор-функцію (тобто вигляд і кількість її компонент, вигляд і кількість компонент вектора й аргументів  $\tilde{\tilde{x}}_{02}$ ) за умов неповноти й невизначеності вихідної інформації про цілі та рішення коаліції 2. Аналогічно вектор-функція  $\tilde{\tilde{F}}_1^{(2)}$  описує цілі взаємодії партнерів коаліції 1 у формі її інтерпретації коаліцією 2 у вектор-функції  $\bar{F}_{21}$  і є наближеною в тому сенсі, що коаліція 2 не має повної інформації про цілі та рішення коаліції 1 та формує цю вектор-функцію (тобто вигляд і кількість її компонент, вигляд і кількість компонент вектора й аргументів  $\tilde{\tilde{x}}_{01}$ ) за умов неповноти, неточності й невизначеності вихідної інформації про цілі та рішення коаліції 1. Унаслідок відмінності рівня інформаційного забезпечення у випадках формування пари  $\bar{F}_1$  та  $\tilde{\tilde{F}}_1^{(2)}$  і пари  $\bar{F}_2$  та  $\tilde{\tilde{F}}_2^{(1)}$  для кожної з них виконується

$$\bar{F}_1 \neq \tilde{\tilde{F}}_1^{(2)}; \bar{F}_2 \neq \tilde{\tilde{F}}_2^{(1)}.$$

Кожна вектор-функція  $\tilde{\tilde{F}}_1^{(2)}$  і  $\tilde{\tilde{F}}_2^{(1)}$  залежить як від узагальнених стратегій власної коаліції, так і від стратегій протиборчої коаліції. Відповідно до прийнятих припущень і повної інформованості про дії власної коаліції і неповної

#### 4.1. Загальна стратегія розкриття задачі протидії коаліції

інформованості про дії протиборчої коаліції для вектор-функцій  $\tilde{F}_1^{(2)}$  і  $\tilde{F}_2^{(1)}$  маємо

$$\tilde{F}_1^{(2)} = \tilde{F}_1^{(2)}(\tilde{x}_{01}^{(2)}, \bar{x}_{02}), \quad \tilde{F}_2^{(1)} = \tilde{F}_2^{(1)}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}^{(1)}),$$

де  $\bar{x}_{02}$ ,  $\bar{x}_{01}$  — точні значення вектора узагальнених стратегій відповідно другої і першої коаліцій, які точно відомі лише безпосереднім учасникам відповідної коаліції;  $\tilde{x}_{01}^{(2)}$  — наближені значення вектора узагальнених стратегій коаліції 1 у формі наближеної інтерпретації коаліцією 2;  $\tilde{x}_{02}^{(1)}$  — наближене значення вектора узагальнених стратегій коаліції 2 у формі наближеної інтерпретації коаліцією 1.

Кожен учасник коаліції максимізує свої функції цілі. Інтереси учасників визначаються збільшенням значення своїх векторів-функцій і мінімізацією ризику за умов невизначеності.

Учасники додержуються певних правил поведінки:

- ◆ прагнення до максимізації власної цільової функції за рахунок вибору відповідних власних рішень;
- ◆ прагнення до раціонального компромісу при виборі загальних коаліційних рішень;
- ◆ прагнення до досягнення загальних цілей коаліції;
- ◆ розумна обережність в умовах невизначеності ситуації за неповної інформованості про сторону, що протидіє;
- ◆ вибір стратегії дії з множини Парето.

Беручи до уваги, що принцип гарантованого результату не враховує ймовірність настання розглянутої ситуації (ступінь ризику), а враховує лише збиток, доцільно використати *принцип мінімізації ризику*, що враховує ймовірність настання події, експертну оцінку та інтуїцію ОПР, використовує інтервальну оцінку. Принцип мінімізації ризику дає більш точну оцінку, ніж принцип гарантованого результату.

При залученні стратегії розкриття задачі протидії коаліцій необхідно враховувати низку припущень і обмежень.

##### Припущення:

1. Питання про інформованість учасників. При цьому використовуються елементи інформаційного аналізу — підвищення рівня інформованості про стратегії сторони, що протидіє.

2. Прагнення до рівноважної ситуації.

##### Обмеження:

1. Кожен аргумент функції взаємодії і протидії обмежений зверху і знизу.
2. Кожен компонент вектор-функції взаємодії і вектор-функції протидії обмежений зверху і знизу.
3. Обмеження невизначеності інформації:
  - ◆ для штатних ситуацій вектор-функції взаємодії і протидії залишаються кінцевими й обмежені при будь-яких природних та інших явищах;
  - ◆ для нештатних ситуацій чисельні значення вектор-функції взаємодії і протидії виходять за межі інтервалу штатної ситуації і можуть вийти за межі гранично припустимого збитку;

♦ для критичних ситуацій, характеристики яких описуються значеннями, що перевищують критичні значення вектор-функцій взаємодії, вони можуть мати значення, які перевищують критичний поріг, за межами якого прийняті вектор-функції втрачають фізичний зміст і стають неприйнятними для опису процесів.

Формалізуємо основні характеристики стратегії протидії коаліцій за заданих обмежень з метою розроблення раціональних прийомів її реалізації.

Розглянемо випадок протидії двох коаліцій.

1. Ступінь досягнення інтересів коаліції 1 характеризуватимемо інтервальними оцінками:

$$\bar{I}'_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}) = \frac{\bar{F}_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}) - \bar{F}_{12}^-}{\bar{F}_{12}^+ - \bar{F}_{12}^-}; \quad (4.1)$$

$$\bar{I}''_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}) = \frac{\bar{F}_{12}^+ - \bar{F}_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02})}{\bar{F}_{12}^+ - \bar{F}_{12}^-}, \quad (4.2)$$

де  $\bar{F}_{12}^+, \bar{F}_{12}^-$  — максимальне і мінімальне значення цільової функції  $\bar{F}_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02})$  у штатній ситуації;  $\bar{I}'_{12}, \bar{I}''_{12}$  — величини, що визначають відносний рівень відмінності  $\bar{F}_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02})$  відповідно від мінімального і максимального значень інтервалу. Якщо  $\bar{F}_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}) = \bar{F}_{12}^-$ , маємо  $\bar{I}'_{12} = 0$ , що свідчить про відсутність відносної відмінності від мінімального значення інтервалу. Водночас  $\bar{I}''_{12} = 1$ , що свідчить про гранично велику відносну відмінність  $\bar{F}_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02})$  від мінімального значення інтервалу.

Аналогічно, при  $\bar{F}_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}) = \bar{F}_{12}^+$  маємо  $\bar{I}'_{12} = 1$  і  $\bar{I}''_{12} = 0$ , що дає змогу зробити протилежний висновок порівняно з попереднім: немає відмінності  $\bar{F}_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02})$  від максимального значення інтервалу і є гранично велика відмінність від  $\bar{F}_{12}^-$ .

Зазначимо, що виконуються співвідношення

$$0 \leq \bar{I}'_{12} \leq 1; 0 \leq \bar{I}''_{12} \leq 1, \quad (4.3)$$

$$\bar{I}'_{12} + \bar{I}''_{12} = 1. \quad (4.4)$$

Нерівності (4.3) виконуються для умов, що відповідають штатним ситуаціям. Із формули (4.4) випливає, що достатньо визначити одну інтервальну оцінку, яку можна розглядати як відносну функцію цілей. Якщо взяти до уваги, що  $\bar{F}_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02})$  — вектор-функція, то зрозуміло, що  $\bar{I}'_{12}$  і  $\bar{I}''_{12}$  будуть також вектор-функціями певного порядку.

#### 4.1. Загальна стратегія розкриття задачі протидії коаліції

Аналіз властивостей функцій  $\bar{I}'_{12}$  і  $\bar{I}''_{12}$  дає змогу формалізувати головну мету стратегії реалізації інтересів коаліції 1 через максимізацію відповідних вектор-функцій у вигляді

$$\begin{aligned}\bar{F}_{12} &\rightarrow \max; \bar{I}'_{12} \rightarrow \max; \\ \bar{F}_{12} &\rightarrow \max; \bar{I}''_{12} \rightarrow \min.\end{aligned}$$

З умови  $\bar{F}_{12} \rightarrow \max$  випливає  $\bar{I}'_{12} \rightarrow \max$  або  $\bar{I}''_{12} \rightarrow \min$ . Зазначимо, що наведені співвідношення математично еквівалентні, а відмінність між ними зумовлена відмінністю фізичного змісту  $\bar{I}'_{12}$  і  $\bar{I}''_{12}$ . Подальші перетворення доцільно виконати після формалізації обмежень, умов раціонального компромісу та умов мінімізації ризику.

Аналогічно для коаліції 2 маємо

$$\begin{aligned}\bar{F}_{21} &\rightarrow \max; \bar{I}'_{21} \rightarrow \max; \\ \bar{F}_{21} &\rightarrow \max; \bar{I}''_{21} \rightarrow \min,\end{aligned}$$

де

$$\begin{aligned}\bar{I}'_{21}(\bar{x}_{02}, \tilde{x}_{01}) &= \frac{\bar{F}_{21}(\bar{x}_{02}, \tilde{x}_{01}) - \bar{F}_{21}^-}{\bar{F}_{21}^+ - \bar{F}_{21}^-}; \\ \bar{I}''_{21}(\bar{x}_{02}, \tilde{x}_{01}) &= \frac{\bar{F}_{21}^+ - \bar{F}_{21}(\bar{x}_{02}, \tilde{x}_{01})}{\bar{F}_{21}^+ - \bar{F}_{21}^-}.\end{aligned}\quad (4.5)$$

2. Формалізація обмежень 1 для штатних ситуацій традиційна і полягає у заданні множини зміни аргументів вектор-функції цілей. Множина зміни рішень для учасників коаліції 1 зобразимо у формі

$$\bar{x}_{11} \in \bar{D}_{11}, \dots, \bar{x}_{1i} \in \bar{D}_{1i}, \dots, \bar{x}_{1m_1} \in \bar{D}_{1m_1},$$

де

$$\begin{aligned}\bar{x}_{1i} &= \{x_{1ij} \mid j = \overline{1, n_{1i}}\}, \quad \bar{x}_1 = \{\bar{x}_{1i} \mid i = \overline{1, m_1}\}; \\ \bar{D}_{1i} &= \{\bar{D}_{1ij} \mid j = \overline{1, n_{1i}}\}, \quad \bar{D}_{1ij} = \{x_{1ij} \mid d_{1ij}^- \leq x_{1ij} \leq d_{1ij}^+\}.\end{aligned}$$

Тут  $\bar{x}_1$  — вектор власних рішень для всіх учасників коаліції 1, індекс «1» — номер коаліції,  $i$  — порядковий номер учасника в коаліції,  $j$  — порядковий номер власного рішення учасника коаліції. Аналогічно, для коаліції 2 маємо

$$\begin{aligned}\bar{x}_{2i} &= \{x_{2ij} \mid j = \overline{1, n_{2i}}\}; \quad \bar{x}_2 = \{\bar{x}_{2i} \mid i = \overline{1, m_2}\}; \\ \bar{D}_{2i} &= \{\bar{D}_{2ij} \mid j = \overline{1, n_{2i}}\}; \quad \bar{D}_{2ij} = \{x_{2ij} \mid d_{2ij}^- \leq x_{2ij} \leq d_{2ij}^+\}.\end{aligned}$$

Множину допустимих змін спільних коаліційних рішень запишемо у вигляді

$$\bar{\chi}_1 \in \bar{D}_1, \quad \bar{\chi}_1 = \{\chi_{1i1} \mid i_1 = \overline{1, p_1}\};$$

$$\bar{D}_1 = \{\bar{D}_{1i1} \mid i_1 = \overline{1, p_1}\}, \quad \bar{D}_{1i1} = \{x_{1i1} \mid d_{1i1}^- \leq x_{1i1} \leq d_{1i1}^+\},$$

де  $\chi_{1i1}$  — компонента вектора спільних коаліційних рішень коаліції 1;  $\bar{D}_{1i1}$  — допустимий інтервал для  $i_1$ -ї компоненти вектора  $\bar{\chi}_1$ . Аналогічно, для коаліції 2 маємо

$$\bar{\chi}_2 \in \bar{D}_2, \quad \bar{\chi}_2 = \{\chi_{2i2} \mid i_2 = \overline{1, p_2}\};$$

$$\bar{D}_2 = \{\bar{D}_{2i2} \mid i_2 = \overline{1, p_2}\}, \quad \bar{D}_{2i2} = \{x_{2i2} \mid d_{2i2}^- \leq x_{2i2} \leq d_{2i2}^+\}.$$

Аналогічно формалізуються обмеження на фактори невизначеності ситуацій, використовуючи традиційні прийоми, характерні для теорії дослідження операцій і теорії прийняття рішень, а також методичні прийоми теорії ризику. Фактори невизначеності ситуацій (природні та інші) у разі взаємодії вектора параметрів  $\bar{\alpha}_1$  для коаліції 1 і  $\bar{\alpha}_2$  — для коаліції 2 характеризуватимемо за допомогою множини допустимих значень, а також ймовірністю виникнення певних ситуацій, кожна з яких характеризує певний набір показників. Прийоми формалізації множини допустимих змін векторів  $\bar{\alpha}_1$  і  $\bar{\alpha}_2$  подібні до розглянутих раніше.

## 4.2. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРОТИДІЇ КОАЛІЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ФАКТОРІВ РИЗИКУ

Перейдемо до формалізації ймовірнісних властивостей ситуацій, використовуючи теорію ризику. Вважаємо, що є певна множина ситуацій, для яких може бути здійснена протидія коаліцій. Кожну ситуацію для коаліцій 1 і 2 формально запишемо у вигляді

$$S_{L_1} = \{\eta_{L_1}, \bar{\alpha}_{L_1}\}, \quad L_1 = \overline{1, L_{01}};$$

$$S_{L_2} = \{\eta_{L_2}, \bar{\alpha}_{L_2}\}, \quad L_2 = \overline{1, L_{02}},$$

де  $L_1, L_2$  — порядковий номер ситуацій відповідно для коаліцій 1 і 2;  $\eta_{L_1}, \eta_{L_2}$  — імовірність появи ситуацій  $S_{L_1}$  і  $S_{L_2}$ ;  $\bar{\alpha}_{L_1}$  і  $\bar{\alpha}_{L_2}$  — числові значення відповідних векторів  $\bar{\alpha}_1$  і  $\bar{\alpha}_2$ , визначених у формі

$$\bar{\alpha}_{L_1} = \{\alpha_{1k_1}^{L_1} \in D_{\alpha_1 k_1} \mid k_1 = \overline{1, k_{01}}\};$$

$$\bar{\alpha}_{L_2} = \{\alpha_{2k_2}^{L_2} \in D_{\alpha_2 k_2} \mid k_2 = \overline{1, k_{02}}\}.$$

Тоді множини ситуацій, що відповідають коаліціям 1 і 2, можна записати у вигляді

## 4.2. Розв'язання задачі протидії коаліції з урахуванням факторів ризику

$$S_{01} = \{S_{L_1} \mid L_1 = \overline{1, L_{01}}\};$$

$$S_{02} = \{S_{L_2} \mid L_2 = \overline{1, L_{02}}\}.$$

Розглянемо випадок протидії коаліцій з урахуванням наступних груп факторів ризику:

1. Фактори ризику непрогнозованої ситуації протидії коаліцій;
2. Фактори форс-мажорного ризику;
3. Фактори інформаційного ризику, зумовлені неповнотою, неточністю вихідної інформації.

Оскільки ймовірність появи багатьох ситуацій мала, на практиці встановлюють певний поріг появи ймовірності і вилучають із розгляду всі ситуації, ймовірність яких нижча за рівень порога. Тоді множина ситуацій відповідно для першої й другої коаліції становить

$$S_{01} = \{S_{1L_1} = \langle \eta_{1L_1}, \alpha_{1L_1}^- \rangle \mid \eta_{1L_1} > \eta_{01}, L_1 = \overline{1, L_{01}}\},$$

$$S_{02} = \{S_{2L_2} = \langle \eta_{2L_2}, \alpha_{2L_2}^- \rangle \mid \eta_{2L_2} > \eta_{02}, L_2 = \overline{1, L_{02}}\},$$

де  $\eta_{01}, \eta_{02}$  — граничні значення ймовірностей; при цьому  $S_{01}, S_{02}$  не утворюють повну групу подій.

Ймовірність появи прогнозованої ситуації відповідно для першої і другої коаліцій має вигляд

$$\eta_{1ps} = 1 - \prod_{L_1=1}^{L_{1ps}} (1 - \eta_{1L_1}),$$

$$\eta_{2ps} = 1 - \prod_{L_2=1}^{L_{2ps}} (1 - \eta_{2L_2}).$$

Ймовірність *непрогнозованої ситуації становить*

$$\eta_{1ns} = 1 - \eta_{1ps},$$

$$\eta_{2ns} = 1 - \eta_{2ps}.$$

Крім ризику появи непрогнозованої ситуації існує ризик впливу *форс-мажорних факторів*, а також ризик *інформаційної невизначеності*.

Уведемо такі позначення:  $\eta_{fm}$  — ймовірність появи *форс-мажорних факторів*;  $\eta_{im}$  — ймовірність появи фактора *інформаційної невизначеності*.

У цьому випадку можливі два варіанти:

1. Здійснення небажаної події пов'язане з впливом хоча б однієї з перелічених трьох груп факторів ризику:

$$\eta_{1\Sigma} = 1 - (1 - \eta_{ns})(1 - \eta_{fm})(1 - \eta_{im}).$$

2. Здійснення небажаної події пов'язане з одночасним впливом факторів перелічених груп ризику. Внаслідок незалежності подій оцінку одночасної дії фактів перелічених груп ризику можна виконати таким чином:

$$\eta_{2\Sigma} = \eta_{ns} \eta_{fm} \eta_{im}.$$



Перейдемо до аналізу ступеня досягнення інтересів кожної коаліції з урахуванням факторів ризику. Для цього врахуємо, що вплив факторів ризику призводить до появи нештатних ситуацій. Дія нештатних ситуацій може призвести до прямого або непрямого збитку. *Прямий збиток* — безпосереднє зменшення рівня досягнення мети (наприклад, випуску продукції), *непрямий збиток* — зміна умов функціонування, які приводять до зменшення значень цільових функцій відносно їхніх значень у штатних ситуаціях (наприклад, підвищення вартості вихідної сировини, податку на додану вартість продукції тощо).

Рівень прямого збитку визначаємо так:

$$\bar{J}_{12\eta} = \frac{\bar{\Phi}_{12\eta}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \bar{\eta}_1) - \bar{\Phi}_{12\eta}^-}{\bar{\Phi}_{12\eta}^+ - \bar{\Phi}_{12\eta}^-}, \quad (4.6)$$

де  $\bar{\Phi}_{12\eta}^+$ ,  $\bar{\Phi}_{12\eta}^-$  — відповідно максимальне і мінімальне значення розміру збитку для коаліції 1 від впливу факторів ризику;  $\bar{\Phi}_{12\eta}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \bar{\eta}_1)$  — розмір збитку для коаліції 1 за аналізованої ситуації ризику  $\bar{\eta}_1 = (\eta_{ns}\eta_{fm}\eta_{in})$ .

Співвідношення (4.6) визначає рівень ризику як розмір можливого прямого збитку від впливу факторів усіх груп ризику.

Для впливу факторів різних груп ризику — непрогнозованих ситуацій протидії, форс-мажорних факторів, факторів інформаційної невизначеності — розмір прямого збитку визначаємо за допомогою співвідношень

$$\bar{J}_{12ns}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{ns}) = \frac{\bar{\Phi}_{12\eta_{ns}}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{ns}) - \bar{\Phi}_{12\eta_{ns}}^-}{\bar{\Phi}_{12\eta_{ns}}^+ - \bar{\Phi}_{12\eta_{ns}}^-}, \quad (4.7)$$

$$\bar{J}_{12fm}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{fm}) = \frac{\bar{\Phi}_{12\eta_{fm}}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{fm}) - \bar{\Phi}_{12\eta_{fm}}^-}{\bar{\Phi}_{12\eta_{fm}}^+ - \bar{\Phi}_{12\eta_{fm}}^-}, \quad (4.8)$$

$$\bar{J}_{12in}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{in}) = \frac{\bar{\Phi}_{12\eta_{in}}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{in}) - \bar{\Phi}_{12\eta_{in}}^-}{\bar{\Phi}_{12\eta_{in}}^+ - \bar{\Phi}_{12\eta_{in}}^-}. \quad (4.9)$$

Унаслідок незалежності впливу факторів різних груп ризику остаточну оцінку ризику можна виконати різними прийомами:

- ◆ враховувати вплив факторів кожної групи окремо;
- ◆ враховувати вплив факторів хоча б однієї групи;
- ◆ враховувати спільний вплив факторів усіх груп ризику.

Найдоцільніше оцінювати вплив факторів незалежно, а остаточний рівень ризику в разі спільного впливу факторів кількох груп ризику, внаслідок незалежності впливу різних груп знаходити підсумовуванням можливого збитку. *Оскільки ступінь ризику впливу факторів різних груп неоднаковий, то узагальнений рівень ризику від впливу факторів кожної групи відповідно до теорії ризику враховуватимемо у формі*

$$\bar{U}_{1ns} = \bar{f}_{1ns}(\eta_{ns})\bar{J}_{12ns}, \quad (4.10)$$

$$\bar{U}_{1fm} = \bar{f}_{1fm}(\eta_{fm})\bar{J}_{12fm}, \quad (4.11)$$

#### 4.2. Розв'язання задачі протидії коаліції з урахуванням факторів ризику

$$\bar{U}_{1in} = \bar{f}_{1in}(\eta_{in})\bar{J}_{12in}, \quad (4.12)$$

де  $\bar{U}_{1ns}, \bar{U}_{1fm}, \bar{U}_{1in}$  — узагальнений рівень ризику для коаліції 1 у разі впливу факторів ризику непрогнозованих ситуацій, форс-мажорного ризику, інформаційної невизначеності;  $\bar{J}_{12ns}, \bar{J}_{12fm}, \bar{J}_{12in}$  — збитки, визначені співвідношеннями (4.7)—(4.9);  $\bar{f}_{1ns}(\eta_{ns}), \bar{f}_{1fm}(\eta_{fm}), \bar{f}_{1in}(\eta_{in})$  — вектор-функції, що враховують вигляд залежностей рівня збитку відповідно від ступеня ризику непрогнозованих ситуацій, форс-мажорних подій, інформаційної невизначеності. У найпростішому випадку вважають, що

$$\bar{f}_{1ns}(\eta_{ns}) = \eta_{ns}, \bar{f}_{1fm}(\eta_{fm}) = \eta_{fm}, \bar{f}_{1in}(\eta_{in}) = \eta_{in}. \quad (4.13)$$

З урахуванням впливу однієї групи факторів ризику цільові функції для коаліції 1 зобразимо у вигляді

$$\begin{aligned} \bar{F}_{12\eta_{ns}}(\bar{x}_{01}, \bar{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{ns}) &= \bar{f}'_1(\eta_{ns})\bar{I}'_{12}(\bar{x}_{01}, \bar{x}_{02}) - \\ &- \bar{f}_{1ns}(\eta_{ns})\bar{J}_{12ns}(\bar{x}_{01}, \bar{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{ns}), \end{aligned} \quad (4.14)$$

де  $\bar{F}_{12\eta_{ns}}(\cdot)$  — вектор-функція цілей коаліції 1 за умов впливу непрогнозованих ситуацій протидії;  $\bar{I}'_{12}(\bar{x}_{01}, \bar{x}_{02})$  — вектор-функція (4.1) цілей коаліції 1 за відсутності факторів ризику;  $\bar{f}'_1(\eta_{ns})$  — вектор-функція, що враховує вигляд залежності рівня непрямого збитку від ступеня ризику впливу непрогнозованих ситуацій протидії на рівень досягнення інтересів коаліцією 1;  $\bar{f}_{1ns}(\eta_{ns})$  — вектор-функція, що враховує вигляд залежності рівня прямого збитку від ступеня ризику впливу непрогнозованих ситуацій протидії на рівень досягнення інтересів коаліцією 1;  $\bar{J}_{12ns}(\bar{x}_{01}, \bar{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{ns})$  — рівень прямого збитку, обумовлений ступенем ризику впливу непрогнозованих ситуацій.

У (4.14) перший доданок враховує непрямий збиток, а другий доданок — прямий збиток від прогнозованих факторів ризику. Аналогічні вирази існують для інших груп факторів ризику.

За одночасного впливу розглянутих вище трьох груп факторів ризику внаслідок незалежності їх впливу цільові функції для коаліції 1 визначає співвідношення

$$\bar{F}_{\Sigma 12}(\bar{x}_{01}, \bar{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta) = \bar{f}'_1(\eta_{ns})\bar{f}'_1(\eta_{fm})\bar{f}'_1(\eta_{in})\bar{I}'_{12}(\bar{x}_{01}, \bar{x}_{02}) - (U_{1ns} + U_{1fm} + U_{1in}). \quad (4.15)$$

Беручи до уваги, що в найпростішому випадку

$$\bar{f}'_1(\eta_{ns}) = 1 - \eta_{ns}, \bar{f}'_1(\eta_{fm}) = 1 - \eta_{fm}, \bar{f}'_1(\eta_{in}) = 1 - \eta_{in} \quad (4.16)$$

і враховуючи (4.10)—(4.13), співвідношення (4.15) набуває вигляду

$$\begin{aligned} \bar{F}_{\Sigma 12}(\bar{x}_{01}, \bar{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta) &= (1 - \eta_{ns})(1 - \eta_{fm})(1 - \eta_{in})\bar{I}'_{12}(\bar{x}_{01}, \bar{x}_{02}) - \\ &- (\eta_{ns}\bar{J}_{12ns} + \eta_{fm}\bar{J}_{12fm} + \eta_{in}\bar{J}_{12in}). \end{aligned} \quad (4.17)$$

За одночасного впливу факторів  $N'_f$  груп ризику в загальному випадку маємо

$$\begin{aligned} \bar{F}_{\Sigma 12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{\Sigma}) &= \bar{f}'_1(\eta_{\Sigma}) I'_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}) - \\ &- \sum_{k=1}^{N'_f} \bar{f}_{1k}(\eta_k) \bar{J}_{12k}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_k), \end{aligned} \quad (4.18)$$

де  $\bar{f}'_1(\eta_{\Sigma})$  — функція, що враховує вплив усіх груп факторів ризику на рівень досягнення інтересів коаліцією 1;  $\bar{f}_{1k}(\eta_k)$  — функція, що враховує ступінь впливу факторів  $k$ -ї групи факторів ризику;  $\bar{J}_{12k}(\cdot)$  — рівень збитку від впливу факторів  $k$ -ї групи факторів ризику.

У найпростішому випадку після врахування формул (4.10)—(4.13), (4.16) співвідношення (4.18) набуває вигляду

$$\begin{aligned} \bar{F}_{\Sigma 12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{\Sigma}) &= I'_{12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}) \sum_{k=1}^{N'_f} (1 - \eta_k) - \\ &- \sum_{k=1}^{N'_f} (\eta_k \bar{J}_{12k}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_k)). \end{aligned} \quad (4.19)$$

Стратегія коаліції 1 при врахуванні факторів ризику на основі співвідношення (4.19) виражається в максимізації вектор-функції цілей:

$$\bar{F}_{\Sigma 12}(\bar{x}_{01}, \tilde{x}_{02}, \bar{\alpha}_1, \eta_{\Sigma}) \rightarrow \max.$$

Враховуючи однотипність підходів до побудови цільових функцій для коаліції 1 і коаліції 2, приходимо до висновку, що всі наведені міркування вірні й для стратегії коаліції 2. Звідси можна записати співвідношення для коаліції 2, аналогічне до (4.19):

$$\begin{aligned} \hat{\bar{F}}_{\Sigma 21}(\bar{x}_{02}, \tilde{x}_{01}, \bar{\alpha}_2, \eta_{\Sigma}) &= \bar{f}'_2(\eta_{\Sigma}) \bar{I}'_{21}(\bar{x}_{02}, \tilde{x}_{01}) - \\ &- \sum_{k=1}^{N'_f} \bar{f}_{2k}(\eta_k) \bar{J}_{21k}(\bar{x}_{02}, \tilde{x}_{01}, \bar{\alpha}_2, \eta_k), \end{aligned} \quad (4.20)$$

де  $\bar{I}'_{21}$  — вектор-функція (4.5) цілей коаліції 2 за відсутності факторів ризику.

Співвідношення (4.19) і (4.20) базові для дослідження процесу протидії двох коаліцій за реальних умов впливу факторів ризику різної природи. Вплив кожного з факторів ризику враховується двома показниками — ступенем ризику, який визначається ймовірністю небажаного впливу відповідного фактора, і рівнем ризику, який визначається збитком результату небажаного впливу відповідного фактора ризику.

Стратегія дії кожної коаліції полягає в підвищенні рівня реалізації своїх інтересів за допомогою збільшення значення вектор-функції цілей і зниження ступеня й рівня ризику.

#### 4.3. Постановка та завдання задачі протидії коаліції з урахуванням факторів ризику

При розв'язанні задачі максимізації функції мети необхідно користуватися наступними прийомами:

1. Оптимізація власних рішень учасників коаліції й оптимізація загальних коаліційних рішень.

2. Мінімізація ступеня ризику на основі підвищення рівня інформованості ОПР про фактори ризику.

3. Системне узгодження максимізації власної вектор-функції цілі й мінімізації рівня ризику за рахунок оптимізації загальних коаліційних рішень і погоджених рішень учасників коаліції за певного заданого ступеня ризику.

4. Одночасне системне узгодження максимізації функції цілі за штатної ситуації і мінімізації рівня прямого збитку від дії факторів ризику непрогнозованої ситуації за рахунок оптимізації рішень й підвищення рівня інформованості про фактори ризику. Оптимізація виконується не пошуком певного значення результуючого вектора, а підвищенням рівня повноти, вірогідності, точності інформації про відповідні фактори групи ризику. Чим вище рівень повноти, вірогідності і точності, тим менше ступінь ризику.

При реалізації методу рішення необхідно враховувати наступні фактори:

- ◆ забезпечення реалізації правил поведінки кожного учасника коаліції в рамках погодженої стратегії коаліції;

- ◆ забезпечення кількісної оцінки ступеня досягнення потенційно можливого найкращого результату і ступеня переваги потенційно можливого найгіршого результату;

- ◆ забезпечення оцінки похибки рішення внаслідок неповноти, невірогідності, несвоечасності інформації про цілі й рішення коаліцій, що протидіють;

- ◆ забезпечення можливості уточнення рішення за підвищення рівня інформованості коаліцій, що протидіють;

- ◆ забезпечення оцінки ступеня й рівня ризику через вплив форс-мажорних факторів, факторів ситуаційної невизначеності про цілі і дії сторін, що протидіють, та інших факторів ризику;

- ◆ забезпечення оцінки впливу факторів ризику на рівень досягнення цілей коаліції.

### 4.3. ПОСТАНОВКА ТА ЗАВДАННЯ ЗАДАЧІ ПРОТИДІЇ КОАЛІЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ФАКТОРІВ РИЗИКУ

Пропонується задача протидії коаліцій з урахуванням факторів ризику. Перейдемо до конкретизації суті завдання.

**Задано:**

- ◆ цільові функції коаліцій, що протидіють;
- ◆ функції збитку від дії факторів ризику для першої і другої коаліції;
- ◆ ситуаційні матриці ймовірностей факторів ризику для першої і другої коаліцій.

**Потрібно:**

- ◆ визначити гарантований результат цільових функцій для кожної із коаліцій, що протидіють;

♦ знайти значення цільових функцій кожної із протидіючих коаліцій з урахуванням факторів ризику;

♦ визначити найнесприятливішу ситуацію з погляду ймовірності впливу факторів ризику. Для цієї ситуації знайти значення цільової функції для кожної з коаліцій з урахуванням і без урахування факторів ризику;

♦ запропонувати свій варіант постановки й розв'язання задачі, на основі самостійно запропонованої вибірки виконати наступне:

• побудувати аналітичні залежності цільових функцій  $F_{12}(x_1, \tilde{x}_2), F_{21}(x_2, \tilde{x}_1)$ , на підставі яких визначити інтервальні оцінки  $I'_{12}(x_1, \tilde{x}_2), I'_{21}(x_2, \tilde{x}_1)$ ;

• визначити функціональні залежності  $F_{\Sigma 12}(x_1, \tilde{x}_2, \eta_{ns}, \eta_{in}, \eta_{fm}), F_{\Sigma 21}(x_2, \tilde{x}_1, \eta_{ns}, \eta_{in}, \eta_{fm})$  взаємного впливу дій коаліцій;

• провести аналіз отриманих результатів.

#### **4.4. ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРОТИДІЇ КОАЛІЦІЙ**

Нехай задано цільові функції коаліцій, що протидіють:

$$I'_{12} = \frac{8,4x + 14,4xy - 12y + 28,8}{119,2};$$

$$I'_{21} = \frac{7x + 12xy - 10y + 24}{66};$$

$$x \in [0, 3], y \in [0, 2].$$

Крім того, задано функції збитку від дії факторів ризику для першої і другої коаліції:

$$J_{12ns}(x, y) = \frac{0,8y - 1,44xy - 0,6x + 11,4}{91};$$

$$J_{12fm}(x, y) = \frac{0,2y + 0,4xy + 0,1x + 0,3}{29};$$

$$J_{12in}(x, y) = \frac{1,32y - 0,72xy - 0,36x + 5,1}{10,3};$$

$$J_{21ns}(x, y) = \frac{0,5y + 0,3xy + 0,4x + 1}{24};$$

$$J_{21fm}(x, y) = \frac{1,08y - 0,96xy + 0,84x + 2,2}{9,4};$$

$$J_{21in}(x, y) = \frac{0,7y + 0,2xy - 0,6x + 1,3}{18}.$$

Також для кожної коаліції задано ситуаційні матриці ймовірностей факторів ризику:

#### 4.4. Приклад розв'язання задачі протидії коаліції

$$R_1 = \begin{array}{c} \left\| \begin{array}{ccc} S_1 & S_2 & S_3 \\ 0,17 & 0,09 & 0,15 \\ 0,06 & 0,12 & 0,09 \\ 0,08 & 0,1 & 0,07 \\ y = 0 & y = 1 & y = 2 \end{array} \right\| \begin{array}{l} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{array} \end{array}, \quad R_2 = \begin{array}{c} \left\| \begin{array}{cccc} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ 0,1 & 0,1 & 0,15 & 0,02 \\ 0,05 & 0,1 & 0,1 & 0,1 \\ 0,05 & 0,1 & 0,25 & 0,01 \\ x = 0 & x = 1 & x = 2 & x = 3 \end{array} \right\| \begin{array}{l} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{array} \end{array}.$$

#### Розв'язання:

1. Використовуючи принцип гарантованого результату, знайдемо гарантований результат для кожної із коаліцій, що протидіють.

Скористаємося одним з методів знаходження гарантованого результату, запропонованих у першому розділі. Для розв'язання даного прикладу використовується табличний метод. Для пошуку гарантованого результату необхідно скласти таблицю значень кожної цільової функції, а далі знайти гарантований результат за принципом:

$$I_{12}^* = \max_x \min_y I'_{12}(x, y);$$

$$I_{21}^* = \max_y \min_x I'_{21}(x, y); \quad (4.21)$$

$$I'_{12}(x, y) = \begin{array}{c} \begin{array}{c} y/x \\ 0,0 \\ 0,5 \\ 1,0 \\ 1,5 \\ 2,0 \\ 2,5 \\ 3,0 \end{array} \left\| \begin{array}{cccccc} 0,0 & 0,50 & 1,0 & 1,5 & 2,0 \\ 0,242 & 0,191 & 0,141 & 0,091 & 0,040 \\ 0,277 & 0,257 & 0,237 & 0,216 & 0,196 \\ 0,312 & 0,322 & 0,322 & 0,342 & 0,352 \\ 0,347 & 0,388 & 0,428 & 0,468 & 0,508 \\ 0,383 & 0,453 & 0,523 & 0,594 & 0,664 \\ 0,418 & 0,518 & 0,619 & 0,720 & 0,820 \\ 0,453 & 0,584 & 0,715 & 0,846 & 0,977 \end{array} \right\| \end{array}; \quad (4.22)$$

$$I'_{21}(x, y) = \begin{array}{c} \begin{array}{c} y/x \\ 0,0 \\ 0,5 \\ 1,0 \\ 1,5 \\ 2,0 \\ 2,5 \\ 3,0 \end{array} \left\| \begin{array}{cccccc} 0,0 & 0,50 & 1,0 & 1,5 & 2,0 \\ 0,364 & 0,288 & 0,212 & 0,136 & 0,061 \\ 0,417 & 0,386 & 0,356 & 0,326 & 0,295 \\ 0,470 & 0,485 & 0,500 & 0,515 & 0,530 \\ 0,523 & 0,583 & 0,644 & 0,705 & 0,765 \\ 0,576 & 0,682 & 0,788 & 0,894 & 1,000 \\ 0,629 & 0,780 & 0,932 & 1,083 & 1,235 \\ 0,682 & 0,879 & 1,076 & 1,273 & 1,470 \end{array} \right\| \end{array}. \quad (4.23)$$

Для першої коаліції значення гарантованого результату буде в точці  $x = 3$ ,  $y = 0$  і відповідатиме  $I_{12}^* = I'_{12}(3, 0) = 0,453$ .

Для другої коаліції значення гарантованого результату буде в точці  $x = 0$ ,  $y = 0$  і відповідатиме  $I_{21}^* = I'_{21}(0, 0) = 0,364$ .

2. Знайдемо значення цільових функцій з урахуванням факторів ризику в точці гарантованого результату для кожної з протидіючих коаліцій. Для розв'язання цієї задачі знадобляться ситуаційні матриці  $R_1$  та  $R_2$  ймовірностей факторів ризику для першої та другої коаліцій. Значення цільових функцій з урахуванням факторів ризику визначимо за формулою (4.17).

Для першої коаліції гарантований результат отримано у точці  $x = 3, y = 0$ . За значенням змінної  $y = 0$  визначимо, що необхідно розглянути ситуацію  $S_1$ , оскільки для ситуації  $S_1$  змінна  $y$  приймає нульове значення. Таким чином, для першої коаліції розглядаємо значення ймовірностей факторів ризику, які відповідають ситуації  $S_1$ , тобто  $\eta_{ns} = 0,17, \eta_{fm} = 0,06, \eta_{in} = 0,08$ . Підставивши значення ймовірностей  $\eta_{ns}, \eta_{fm}, \eta_{in}$ , а також значення функцій  $I'_{12}(x, y), J_{12ns}(x, y), J_{12fm}(x, y), J_{12in}(x, y)$  у вираз (4.17), для першої коаліції одержимо значення функції  $F_{\Sigma 12}(x, y)$  у точці  $x = 3, y = 0$ :  $F_{\Sigma 12}(3, 0) = 0,274$ .

Для другої коаліції гарантований результат отримано у точці  $x = 0, y = 0$ . За значенням змінної  $x = 0$  визначаємо, що необхідно розглянути ситуацію  $S_1$ , оскільки для ситуації  $S_1$  змінна  $x$  приймає нульове значення. Таким чином, для другої коаліції розглядаємо значення ймовірностей факторів ризику, які відповідають ситуації  $S_1$ , тобто  $\eta_{ns} = 0,1, \eta_{fm} = 0,05, \eta_{in} = 0,05$ . Підставивши значення ймовірностей  $\eta_{ns}, \eta_{fm}, \eta_{in}$ , а також значення функцій  $I'_{21}(x, y), J_{21ns}(x, y), J_{21fm}(x, y), J_{21in}(x, y)$  у вираз, аналогічний (4.17), для другої коаліції одержимо значення функції  $F_{\Sigma 21}(x, y)$  у точці  $x = 0, y = 0$ :  $F_{\Sigma 21}(0, 0) = 0,276$ .

3. Виберемо найбільш несприятливу ситуацію з погляду ймовірності впливу факторів ризику. Для цієї ситуації знайдемо значення цільової функції для кожної з коаліцій з урахуванням і без урахування факторів ризику. Найбільш несприятливу ситуацію для кожної коаліції можна знайти, використовуючи ситуаційні матриці ймовірностей факторів ризику для першої і другої коаліцій. Для цього потрібно визначити ймовірність появи кожної ситуації. Розглянемо ймовірності появи ситуацій  $S_1, S_2, S_3$  для першої коаліції:

$$P(S_1) = 8,16 \cdot 10^{-4}, \quad P(S_2) = 1,08 \cdot 10^{-3}, \quad P(S_3) = 9,45 \cdot 10^{-4}.$$

Оскільки для першої коаліції ймовірність появи ситуації  $S_2$  максимальна, то ситуація  $S_2$  є найнесприятливішою.

Таким чином, необхідно знайти максимальне значення цільової функції  $I'_{12}(x, y)$  для ситуації  $S_2$ , тобто для значення змінної  $y = 1$ , матриці  $I'_{12}(x, y)$ . Вихідна матриця значень цільової функції  $I'_{12}(x, y)$  має вигляд (4.22). Для ситуації  $S_2$  значення цільової функції першої коаліції в точці  $y = 1$  і максимальне значення за  $x$  у точці  $x = 3$  дорівнює:  $I'_{12}(3, 1) = 0,715$ .

Розглянемо ймовірності появи ситуацій  $S_1, S_2, S_3, S_4$  для другої коаліції:

$$P(S_1) = 2,5 \cdot 10^{-4}, \quad P(S_2) = 1 \cdot 10^{-3}, \quad P(S_3) = 3,75 \cdot 10^{-3}, \quad P(S_4) = 2 \cdot 10^{-5}.$$

Оскільки для другої коаліції ймовірність появи ситуації  $S_3$  максимальна, то ситуація  $S_3$  є найнесприятливішою. Отже, потрібно знайти максимальне значення цільової функції для ситуації  $S_3$ , тобто для значення змінної  $x = 2$ . Ви-

хідна матриця значень цільової функції  $I'_{21}(x, y)$  має вигляд (4.23). Для ситуації  $S_3$  значення цільової функції другої коаліції в точці  $x = 2$  і максимальне значення за  $y$  у точці  $y = 2$  дорівнює:  $I'_{21}(2, 2) = 1$ .

Тепер розглянемо значення цільової функції для кожної коаліції з урахуванням факторів ризику. Для цього знову необхідно скористатися формулою (4.17).

Для першої коаліції потрібно знайти значення цільової функції у точці  $x = 3$ ,  $y = 1$ , при цьому маємо найнесприятливішу ситуацію  $S_2$ , тобто значення ймовірностей для факторів ризику дорівнюватимуть:  $\eta_{ns} = 0,09$ ,  $\eta_{fm} = 0,12$ ,  $\eta_{in} = 0,1$ . З урахуванням впливу факторів ризику в найнесприятливішій ситуації значення цільової функції для першої коаліції буде дорівнювати:  $F'_{\Sigma_{12}}(3, 1) = 0,469$ .

Для другої коаліції потрібно знайти значення цільової функції у точці  $x = 2$ ,  $y = 2$ , при цьому маємо найнесприятливішу ситуацію  $S_3$ , тобто значення ймовірностей для факторів ризику дорівнюватимуть:  $\eta_{ns} = 0,15$ ,  $\eta_{fm} = 0,1$ ,  $\eta_{in} = 0,25$ . З урахуванням впливу факторів ризику в найнесприятливішій ситуації значення цільової функції для другої коаліції буде дорівнювати:  $F'_{\Sigma_{21}}(2, 2) = 0,493$ .

#### *Аналіз результатів:*

Проаналізуємо отримані результати. Відповідно до принципу гарантованого результату значення цільової функції першої коаліції більше, ніж значення цільової функції другої коаліції:  $I'_{12}(3, 0) = 0,453$ ,  $I'_{21}(3, 0) = 0,364$ . Під впливом факторів ризику значення обох цільових функцій зменшуються, і значення цільової функції першої коаліції стає меншим, ніж значення цільової функції другої коаліції:  $F_{\Sigma_{12}}(3, 0) = 0,274$ ,  $F_{\Sigma_{21}}(0, 0) = 0,276$ . Слід зазначити, що з урахуванням впливу факторів ризику значення цільової функції другої коаліції змінилося неістотно (на 25 %), у той час як значення цільової функції першої коаліції під впливом факторів ризику зменшилося на 40 %. Отже, фактори ризику найбільше впливають на першу коаліцію.

Найбільш несприятливою ситуацією для першої коаліції буде ситуація  $S_3$ , а для другої коаліції — ситуація  $S_3$ . У випадку найнесприятливішої ситуації значення цільової функції першої коаліції менше, ніж значення цільової функції другої коаліції, але для обох коаліцій вони більші, ніж у випадку гарантованого результату:  $I'_{12}(3, 1) = 0,715$ ,  $I'_{21}(2, 2) = 1$ . Під впливом факторів ризику значення цільових функцій обох коаліцій зменшуються практично вдвічі. Але й у цьому випадку друга коаліція знаходиться у вигіднішому становищі порівняно з першою коаліцією:  $F_{\Sigma_{12}}(3, 1) = 0,469$ ,  $F_{\Sigma_{21}}(2, 2) = 0,493$ . При цьому їх значення не менші від гарантованого результату для кожної коаліції.

## 4.5. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Для яких видів практичної діяльності характерні задачі, з одного боку, взаємодії, а з іншого — протидії коаліцій?
2. У чому полягає загальна стратегія розкриття задачі протидії коаліцій?
3. Які принципові особливості принципу мінімізації ризику?



4. У чому принципова відмінність принципу мінімізації ризику від принципу гарантованого результату?
5. Які основні показники ризику? Як вони визначаються?
6. У чому різниця між прямим та непрямим збитками? Як визначається рівень прямого збитку?
7. Які характерні риси формулювання задач активної взаємодії кількох коаліцій?
8. Як визначають вектор-функції кожного учасника коаліції?
9. Як формують загальну вектор-функцію цілей взаємодії учасників коаліції як партнерів?
10. Як у задачах активної взаємодії формують вектор-функцію спільних цілей кожної коаліції?
11. Які особливості формування вектор-функції власних цілей взаємодії?
12. Яка принципова особливість формалізації задач протидії коаліцій на відміну від задач взаємодії?
13. Які принципові особливості формалізації прямого і непрямих збитків?
14. Які характерні особливості формалізації задач протидії коаліцій з урахуванням невизначеності ситуацій?
15. На яких принципах ґрунтується загальна стратегія розв'язання задач системної взаємодії або системної протидії коаліцій?
16. Які припущення характерні для задач взаємодії або протидії коаліцій у традиційних дисциплінах?
17. Які групи факторів ризику враховують у задачах системної взаємодії або системної протидії коаліцій?
18. Як визначити ступінь ризику у випадку впливу всіх уведених факторів ризику?
19. Як виконують формалізацію ймовірнісних властивостей ситуацій?
20. Яка принципова особливість процедури оптимізації в задачах системної протидії коаліцій?

#### **4.6. ВАРІАНТИ ЗАВДАННЯ**

Для виконання завдання протидії коаліцій з урахуванням факторів ризику наведено варіанти наступних вихідних даних:

у табл. 4.1 задано функціональні залежності:

$$I'_{12}(x, y), I'_{21}(x, y);$$

у табл. 4.2 задано функціональні залежності збитків:

$$J_{12ns}(x, y), J_{12fm}(x, y), J_{12ns}(x, y),$$

$$J_{21ns}(x, y), J_{21fm}(x, y), J_{21in}(x, y);$$

у табл. 4.3 задано ситуаційні матриці ймовірностей факторів ризику.

#### 4.6. Варіанти завдання

Таблиця 4.1. Функціональні залежності  $I'_{12}(x, y)$ ,  $I'_{21}(x, y)$

№ варіанта	$x, y$	$I'_{12}(x, y)$	$I'_{21}(x, y)$
1	$x \in [0; 2], y \in [0; 2]$	$\sin\left(\pi \frac{x}{2}\right) + 0,01 \sin\left(\pi \frac{x}{2}\right)y - 0,1y$	$-\cos\left(\pi \frac{x}{2}\right) + 0,1 \cos\left(\pi \frac{x}{2}\right)y + 0,2y + 1$
2	$x \in [0; 3], y \in [0; 3]$	$7x^2 + 12xy - 10y + 5x + 12$	$2,13(y - 1,5)^3 - 2,1xy - 4y - 1,5x + 30$
3	$x \in [0; 2], y \in [0; 2]$	$\tan\left(\pi \frac{x}{2} - 1\right) + 0,01 \tan\left(\pi \frac{x}{2} - y\right)y - 0,1y$	$-\sin\left(\pi \frac{x}{2}\right) + 0,1 \cos\left(\pi \frac{x}{2}\right) + 0,2y + 1$
4	$x \in [0; 3], y \in [0; 2]$	$\frac{8,3x - 7,6xy - 12y + 25,2}{98,6}$	$\frac{-3,9x + 12,5xy + 13,9y + 12,6}{76,4}$
5	$x \in [0; 3], y \in [0; 3]$	$\frac{(x - 2)^2 + (y - 2)^2}{1,6}$	$\frac{(x - 1)^2 - (y - 1)^2}{1,6}$
6	$x \in [0; 3], y \in [0; 2]$	$x^2 + y^2 + 2xy$	$x^2 + y^2 + 2xy$
7	$x \in [0; 5], y \in [0; 5]$	$\frac{15x^2 - 10x}{x^2 + 2x + 1} - x + y - \frac{9y^2 - 2y}{y^2 + 3y + 1}$	$\frac{15(x + y)^2 - 5(x + y)}{((x + y)^2 + 1)(x + y)} y$
8	$x \in [0; 4], y \in [0; 4]$	$\frac{(x - 1)^2 + (y - 2)^2}{18}$	$\frac{-(x - 3)^2 - (y - 3)^2}{18} + 1$
9	$x \in [0; 2], y \in [1; 4]$	$0,6(2x^2 + 17xy^2 + 3y + 67)$	$0,2(-5y^2 + x^2y + 2x + 93)$
10	$x \in [0; 2], y \in [0; 2]$	$\frac{x^2 + 2y - 4y^2 + 15}{12}$	$\frac{x^2 + 2xy + 4y^2 + 12}{141}$
11	$x \in [0; 5], y \in [0; 5]$	$-x^2 + 12x + 0,3 - 5 + y^2 - 10y$	$x^2 + 3y - 5x + 0,1xy - 1,5y^2 + 30$
12	$x \in [0; 3], y \in [0; 2]$	$\frac{0,25x + 1,35xy - 0,81y + 7,4}{15,3}$	$\frac{1,1x + 1,35xy + 1,17y + 1,4}{13,5}$
13	$x \in [0; 2], y \in [0; 3]$	$-0,05x^2 + 0,2xy + 2 - 0,08y^2$	$0,5(1,5y + 13,21x)$
14	$x \in [0; 3], y \in [0; 3]$	$\frac{3x^2 + 4y^2 + 5xy}{10}$	$\frac{4x - 2y^2 + 5xy}{5}$
15	$x \in [0; 2], y \in [0; 2]$	$\frac{67 - 6x - 32y + 3x^2 + 4y^2}{7}$	$\frac{26 - 7x - 20y + x^2 + 5y^2}{19}$
16	$x \in [0; 2], y \in [0; 3]$	$\frac{x^2 + 6x^2y - 15y^2 + 150}{10}$	$\frac{x^2 + 3x^2y + 4y^2 + 100}{10}$
17	$x \in [2; 5], y \in [3; 5]$	$\frac{1}{20}(0,25x^2 + 0,18y^2 - 0,09 + 0,49)$	$x - 0,32x^2 - 0,03y + 19$
18	$x \in [0; 4], y \in [0; 3]$	$\frac{2}{125}(25x^2 + 2,2xy + 8 + 0,5y)$	$\frac{2}{125}(22,5x + 2,4y - 7)$
19	$x \in [0; 2], y \in [0; 2]$	$x^2 + 1,5xy + 10 + 3y^2 + 2y$	$x + 9y - x^2y + 15$
20	$x \in [0; 2], y \in [0; 3]$	$((x - 2)^2 + 2,3xy + (y - 1)^2)/13$	$1 - (0,03x + 1,3xy + (y - 3)^2)/7$

**Розділ 4. Системна задача активної взаємодії і протидії коаліцій з урахуванням факторів ризику**

*Таблиця 4.2. Функціональні залежності збитків*

№ варіанта	$J_{12ns}(x, y), J_{12fm}(x, y), J_{12in}(x, y)$	$J_{21ns}(x, y), J_{21fm}(x, y), J_{21in}(x, y)$
1	$J_{12ns}(x, y) = 0,04y - 0,05xy - 0,03x - 0,06$ $J_{12fm}(x, y) = 0,1y - 0,01xy + 0,014x + 0,2$ $J_{12in}(x, y) = 0,12y - 0,33xy - 0,03x + 0,11$	$J_{21ns}(x, y) = -0,015y - 0,03xy + 0,14x - 0,11$ $J_{21fm}(x, y) = 0,18y - 0,01xy + 0,1x - 0,44$ $J_{21in}(x, y) = -0,095y - 0,009xy + 0,032x + 0,64$
2	$J_{12ns}(x, y) = 0,022xy^2 - 0,053xy^2 - 0,63xy - 6x$ $J_{12fm}(x, y) = 0,31y^2 - 0,16x^2y + 0,19xy - 0,3x$ $J_{12in}(x, y) = 0,801y^3 - 0,64x^2y^2 - 0,47x + 0,59y$	$J_{21ns}(x, y) = 0,148y^2x - 0,053(x+1)^{-1}y^2 - 0,3xy - 0,6x$ $J_{21fm}(x, y) = 0,117y^3 - 0,639x^2y^2 + 0,99xy - 0,34x(y+1)$ $J_{21in}(x, y) = 0,181y - 0,47x^2y - 0,771xy + 0,29y$
3	$J_{12ns}(x, y) = \frac{x(-0,1 + 0,3x)}{19}$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{0,4y + 0,15x}{72}$ $J_{12in}(x, y) = \frac{0,2xy - 6}{23}$	$J_{21ns}(x, y) = \frac{(0,2x^2 + 0,5y)}{47}$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{0,3x^2 - 0,1y^2}{9}$ $J_{21in}(x, y) = \frac{0,05y + 0,4xy}{34}$
4	$J_{12ns}(x, y) = \frac{2,3y - 3,8xy + 0,63x - 0,6}{9,2}$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{2,9y - 6,9xy + 1,7x - 2,9}{3,9}$ $J_{12in}(x, y) = \frac{1,6y - 3,6xy - 4,3x - 7,4}{2,5}$	$J_{21ns}(x, y) = \frac{-4,7y + 9,1xy + 5,2x + 1,3}{11,6}$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{-14,4y + 9,2xy + 7,1x - 2,8}{7,2}$ $J_{21in}(x, y) = \frac{-6,5y + 8,2xy + 3,5x + 5,8}{3,2}$
5	$J_{12ns}(x, y) = \frac{0,73y - 0,17x + 0,51}{1,5}$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{0,9y + 0,25xy + 0,18}{1,9}$ $J_{12in}(x, y) = \frac{-0,1y + 0,45x + 4,3}{2,7}$	$J_{21ns}(x, y) = \frac{0,49y - 0,5x + 1,56}{2,9}$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{0,89y + 0,7x + 1,34}{4,3}$ $J_{21in}(x, y) = \frac{-0,05y + 0,38x + 0,21}{1,1}$
6	$J_{12ns}(x, y) = \frac{-y + x - xy}{1,3}$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{-y + x - xy}{13}$ $J_{12in}(x, y) = \frac{-y + x - xy}{130}$	$J_{21ns}(x, y) = \frac{y - x + xy}{1,3}$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{y - x + xy}{13}$ $J_{21in}(x, y) = \frac{y - x + xy}{130}$
7	$J_{12ns}(x, y) = \frac{-1,5y + 7xy + 5x + 30}{7}$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{2y - 3xy - 6x + 10}{10}$ $J_{12in}(x, y) = \frac{2y - 5xy + 13x + 11}{15}$	$J_{21ns}(x, y) = \frac{2y - 5xy + 6x + 3}{5}$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{5y - xy + 3x + 10}{12}$ $J_{21in}(x, y) = \frac{4y + xy - 6 + 4}{15}$

#### 4.6. Варіанти завдання

Продовження табл. 4.2

№ варі- анга	$J_{12ns}(x, y), J_{12fm}(x, y), J_{12in}(x, y)$	$J_{21ns}(x, y), J_{21fm}(x, y), J_{21in}(x, y)$
8	$J_{12ns}(x, y) = 0,04y - 0,05x + 0,2$ $J_{12fm}(x, y) = 0,11y + 0,03x$ $J_{12in}(x, y) = 18y - 0,04x + 0,16$	$J_{21ns}(x, y) = 0,02y + 0,1x + 0,1$ $J_{21fm}(x, y) = 0,1y + 0,08x + 0,05$ $J_{21in}(x, y) = 0,21y - 0,09x + 0,36$
9	$J_{12ns}(x, y) = 6y + 1,4x^2 + 1$ $J_{12fm}(x, y) = 0,5y + 0,05xy + 1,5x - 5$ $J_{12in}(x, y) = -0,3y^2 - 0,66xy + x - \frac{107}{3}$	$J_{21ns}(x, y) = y - 3x + 3$ $J_{21fm}(x, y) = y + 0,25x - 5x + 5$ $J_{21in}(x, y) = 0,5y^2 + 1,5xy - x + 4,5$
10	$J_{12ns}(x, y) = \frac{y + 2,5x + 15,5}{54}$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{y + 2,5x + 11}{20}$ $J_{12in}(x, y) = 0,5(y - xy - x + 14)$	$J_{21ns}(x, y) = \frac{y - 0,5x + 15,5}{14}$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{y - 3xy + 11}{2}$ $J_{21in}(x, y) = \frac{y + 2,5x + 21,3}{112}$
11	$J_{12ns}(x, y) = 0,1x(0,1y + 2)$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{-0,2y + 0,05xy + 2x + 2}{3}$ $J_{12in}(x, y) = \frac{y - 0,1xy + 2x + 20}{10}$	$J_{21ns}(x, y) = 0,3y(0,1x + 2,5)$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{y + 0,05xy - 0,25x + 3}{2}$ $J_{21in}(x, y) = \frac{y - 0,1xy - 0,25 + x}{3}$
12	$J_{12ns}(x, y) = \frac{0,62y - 1,2xy + 1,05x + 11,7}{21,1}$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{1,54y - 0,53xy - 0,88x + 5,5}{19,2}$ $J_{12in}(x, y) = \frac{1,21y + 0,92xy - 1,3x + 3,2}{17,2}$	$J_{21ns}(x, y) = \frac{1,62y - 1,2xy + 1,05x + 1,7}{17,3}$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{1,54y - 0,53xy - 0,88x + 5,5}{14,2}$ $J_{21in}(x, y) = \frac{1,21y + 0,92xy - 1,3x + 3,2}{18,7}$
13	$J_{12ns}(x, y) = y - 0,5x + 2$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{3}{8}y + 0,2xy - 0,1x - 6$ $J_{12in}(x, y) = -0,1y^2 - 1,3xy - 0,2x + 6$	$J_{21ns}(x, y) = 0,003y - 0,007x + 0,002$ $J_{21fm}(x, y) = 0,061y - 0,004x + 0,03$ $J_{21in}(x, y) = 0,44y - 0,09x - 0,3$
14	$J_{12ns}(x, y) = \frac{2y + x + 1,2xy}{7}$ $J_{12fm}(x, y) = y + 1,5x + 3x + 3,78$ $J_{12in}(x, y) = \frac{3,44y - 3,8x - 2,6xy + 4,7}{10}$	$J_{21ns}(x, y) = \frac{0,37y + 1,36x + 2,21x + 3,6}{2}$ $J_{21fm}(x, y) = 1,14y + 2,5x + 3,45xy - 3$ $J_{21in}(x, y) = \frac{0,76y - x - 0,37xy + 5,3}{12,3}$
15	$J_{12ns}(x, y) = \frac{35 + 5x - 7y + 3xy}{42}$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{0,7 + 0,3x + 0,14y + 0,25xy}{3,1}$	$J_{21ns}(x, y) = \frac{-35,8y + 1,2x - 1,4y + 5xy}{89,6}$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{-10,94 + 1,32x - 0,4y + 0,57xy}{89,6}$

№ варіанта	$J_{12ns}(x, y), J_{12fm}(x, y), J_{12in}(x, y)$	$J_{21ns}(x, y), J_{21fm}(x, y), J_{21in}(x, y)$
16	$J_{12in}(x, y) = \frac{70y + 2x - 14y + 0,5xy}{35}$ $J_{12ns}(x, y) = 0,1(y - 0,3x + 11)$ $J_{12fm}(x, y) = 0,3(y + xy - 0,5x + 2)$ $J_{12in}(x, y) = 0,4(y^2 + xy - 13x + 99)$	$J_{21in}(x, y) = \frac{-46y + x - 14y + 9xy}{136}$ $J_{21ns}(x, y) = 0,1(y - 19,3x + 0,2)$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{3}{20}(y - xy - 0,1x + 3)$ $J_{21in}(x, y) = 0,1(y^2 - xy - 30x + 71)$
17	$J_{12ns}(x, y) = 0,125y - 0,042xy + 0,038x + 0,5$ $J_{12fm}(x, y) = 0,087y - 0,09xy - 0,014x + 1,085$ $J_{12in}(x, y) = 0,105y - 0,01xy + 0,04x + 0,3$	$J_{21ns}(x, y) = y - 18x + 15$ $J_{21fm}(x, y) = x^3 - x^2 - 8,06$ $J_{21is}(x, y) = 5,006xy - \sin y + 1$
18	$J_{12ns}(x, y) = \frac{1}{70}(x - 3xy + 6y + 28)$ $J_{12fm}(x, y) = \frac{-4,2x - 7xy - 3y + 12}{60}$ $J_{12in}(x, y) = \frac{10x + 3xy + 15y + 0,67}{500}$	$J_{21ns}(x, y) = \frac{x - 4,1xy + 7,6y + 28}{17}$ $J_{21fm}(x, y) = \frac{-4,02x - 7,3xy - 31y + 11,9}{8,2}$ $J_{21in}(x, y) = \frac{9,9x + 4,3xy + 16y + 0,68}{8,7}$
19	$J_{12ns}(x, y) = 0,3y + 0,3xy + 0,01x + 1$ $J_{12fm}(x, y) = -0,01y - 0,8xy + x + 0,2$ $J_{12in}(x, y) = -0,7y + xy + 0,81x + 0,49$	$J_{21ns}(x, y) = -0,2y + 0,5xy + 0,144x - 0,2$ $J_{21fm}(x, y) = -0,9y + 0,1xy + 0,9x + 0,1$ $J_{21in}(x, y) = -0,9y + 0,01xy + 0,9x - 0,8$
20	$J_{12ns}(x, y) = 0,07y - 0,02x$ $J_{12fm}(x, y) = 0,03y + 0,011x + 0,002$ $J_{12in}(x, y) = 0,14y + 0,01x - 0,06$	$J_{21ns}(x, y) = 0,01y + 0,02x + 0,03$ $J_{21fm}(x, y) = 0,05y + 0,02x + 0,06$ $J_{21in}(x, y) = -0,019y + 0,012x + 0,031$

Таблиця 4.3. Ситуаційні матриці ймовірностей факторів ризику

№ варіанта	Ситуаційні матриці ймовірностей факторів ризику	
1	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} y = 0 \\ y = 1 \\ y = 2 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,03 \\ 0,01 \\ 0,04 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,03 \\ 0,015 \\ 0,01 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,05 \\ 0,02 \\ 0,01 \end{matrix} \end{matrix} \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} x = 0 \\ x = 1 \\ x = 2 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,07 \\ 0,04 \\ 0,002 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,09 \\ 0,01 \\ 0,004 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,12 \\ 0,03 \\ 0,015 \end{matrix} \end{matrix} \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix}$
2	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \begin{matrix} y = 0 \\ y = 1 \\ y = 2 \\ y = 3 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,13 \\ 0,07 \\ 0,02 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,12 \\ 0,02 \\ 0,19 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,1 \\ 0,03 \\ 0,02 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,12 \\ 0,05 \\ 0,04 \end{matrix} \end{matrix} \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \begin{matrix} x = 0 \\ x = 1 \\ x = 2 \\ x = 3 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,03 \\ 0,15 \\ 0,02 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,02 \\ 0,13 \\ 0,09 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,01 \\ 0,11 \\ 0,12 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,02 \\ 0,07 \\ 0,14 \end{matrix} \end{matrix} \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix}$

#### 4.6. Варіанти завдання

Продовження табл. 4.3

№ варіанта	Ситуаційні матриці ймовірностей факторів ризику	
3	$R_1 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 \\ \left\  \begin{matrix} 0,03 & 0,03 & 0,05 \\ 0,01 & 0,015 & 0,02 \\ 0,04 & 0,1 & 0,01 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 \\ \left\  \begin{matrix} 0,07 & 0,09 & 0,12 \\ 0,04 & 0,01 & 0,03 \\ 0,002 & 0,004 & 0,015 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ x=0 & x=1 & x=2 \end{matrix}$
4	$R_1 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 \\ \left\  \begin{matrix} 0,01 & 0,13 & 0,08 \\ 0,07 & 0,1 & 0,12 \\ 0,15 & 0,01 & 0,03 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \left\  \begin{matrix} 0,11 & 0,08 & 0,06 & 0,19 \\ 0,02 & 0,07 & 0,15 & 0,03 \\ 0,09 & 0,09 & 0,01 & 0,02 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ x=0 & x=1 & x=2 & x=3 \end{matrix}$
5	$R_1 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \left\  \begin{matrix} 0,1 & 0,15 & 0,1 & 0,05 \\ 0,15 & 0,2 & 0,05 & 0,15 \\ 0,25 & 0,015 & 0,1 & 0,1 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 & y=3 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \left\  \begin{matrix} 0,2 & 0,1 & 0,05 & 0,15 \\ 0,1 & 0,015 & 0,2 & 0,15 \\ 0,025 & 0,23 & 0,1 & 0,21 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ x=0 & x=1 & x=2 & x=3 \end{matrix}$
6	$R_1 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 \\ \left\  \begin{matrix} 0,1 & 0,4 & 0,1 \\ 0,2 & 0,5 & 0,1 \\ 0,3 & 0,05 & 0,2 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \left\  \begin{matrix} 0,1 & 0,231 & 0,05 & 0,02 \\ 0,15 & 0,1 & 0,15 & 0,13 \\ 0,5 & 0,32 & 0,2 & 0,001 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ x=0 & x=1 & x=2 & x=3 \end{matrix}$
7	$R_1 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 \\ \left\  \begin{matrix} 0,02 & 0,02 & 0,04 & 0,06 & 0,03 & 0,01 \\ 0,1 & 0,1 & 0,1 & 0,1 & 0,1 & 0,12 \\ 0,03 & 0,08 & 0,1 & 0,07 & 0,02 & 0,04 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 & y=3 & y=4 & y=5 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \left\  \begin{matrix} 0,1 & 0,231 & 0,05 & 0,02 \\ 0,15 & 0,1 & 0,15 & 0,13 \\ 0,5 & 0,32 & 0,2 & 0,001 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ x=0 & x=1 & x=2 & x=3 \end{matrix}$
8	$R_1 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 \\ \left\  \begin{matrix} 0,025 & 0,05 & 0,1 & 0,05 & 0,025 \\ 0,5 & 0,1 & 0,2 & 0,1 & 0,5 \\ 0,025 & 0,05 & 0,1 & 0,05 & 0,025 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 & y=3 & y=4 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 \\ \left\  \begin{matrix} 0,0125 & 0,025 & 0,05 & 0,025 & 0,0125 \\ 0,025 & 0,05 & 0,1 & 0,05 & 0,25 \\ 0,0125 & 0,25 & 0,05 & 0,025 & 0,0125 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 & y=3 & y=4 \end{matrix}$
9	$R_1 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \left\  \begin{matrix} 0,3 & 0,5 & 0,1 & 0,3 \\ 0,3 & 0,4 & 0,04 & 0,1 \\ 0,1 & 0,7 & 0,12 & 0,3 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 & y=3 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} S_1 & S_2 & S_3 \\ \left\  \begin{matrix} 0,1 & 0,2 & 0,25 \\ 0,1 & 0,01 & 0,1 \\ 0,01 & 0,15 & 0,05 \end{matrix} \right\  \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ x=0 & x=1 & x=2 \end{matrix}$

№ варіанта	Ситуаційні матриці ймовірностей факторів ризику	
10	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} y=0 \\ y=1 \\ y=2 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,15 & 0,1 & 0,2 \\ 0,1 & 0,01 & 0,15 \\ 0,05 & 0,25 & 0,1 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} x=0 \\ x=1 \\ x=2 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,25 \\ 0,1 & 0,01 & 0,1 \\ 0,01 & 0,15 & 0,05 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$
11	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 \\ \begin{matrix} y=0 \\ y=1 \\ y=2 \\ y=3 \\ y=4 \\ y=5 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,25 & 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,05 & 0,05 & 0,05 & 0,1 & 0,05 & 0,05 \\ 0,1 & 0,2 & 0,3 & 0,25 & 0,25 & 0,15 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 \\ \begin{matrix} x=0 \\ x=1 \\ x=2 \\ x=3 \\ x=4 \\ x=5 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,15 & 0,2 & 0,3 & 0,3 & 0,2 & 0,1 \\ 0,05 & 0,1 & 0,15 & 0,15 & 0,25 & 0,2 \\ 0,3 & 0,25 & 0,3 & 0,4 & 0,5 & 0,35 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$
12	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} y=0 \\ y=1 \\ y=2 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,3 & 0,25 & 0,27 \\ 0,07 & 0,11 & 0,14 \\ 0,01 & 0,015 & 0,01 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \begin{matrix} x=0 \\ x=1 \\ x=2 \\ x=3 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,08 & 0,1 & 0,13 & 0,15 \\ 0,06 & 0,05 & 0,03 & 0,025 \\ 0,01 & 0,02 & 0,01 & 0,015 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$
13	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \begin{matrix} y=0 \\ y=1 \\ y=2 \\ y=3 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,04 & 0,03 & 0,15 & 0,05 \\ 0,05 & 0,01 & 0,02 & 0,02 \\ 0,1 & 0,05 & 0,1 & 0,1 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} x=0 \\ x=1 \\ x=2 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,1 & 0,1 & 0,15 \\ 0,05 & 0,1 & 0,1 \\ 0,05 & 0,1 & 0,25 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$
14	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \begin{matrix} y=0 \\ y=1 \\ y=2 \\ y=3 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,03 & 0,11 & 0,09 & 0,02 \\ 0,17 & 0,43 & 0,03 & 0,03 \\ 0,26 & 0,25 & 0,02 & 0,06 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \begin{matrix} x=0 \\ x=1 \\ x=2 \\ x=3 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,13 & 0,01 & 0,19 & 0,27 \\ 0,07 & 0,24 & 0,3 & 0,15 \\ 0,16 & 0,5 & 0,29 & 0,08 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$
15	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} y=0 \\ y=1 \\ y=2 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,1 & 0,05 & 0,2 \\ 0,01 & 0,1 & 0,01 \\ 0,12 & 0,03 & 0,06 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} x=0 \\ x=1 \\ x=2 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,2 & 0,3 & 0,12 \\ 0,03 & 0,09 & 0,015 \\ 0,07 & 0,2 & 0,075 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$
16	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \begin{matrix} y=0 \\ y=1 \\ y=2 \\ y=3 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,17 & 0,09 & 0,15 & 0,1 \\ 0,06 & 0,12 & 0,3 & 0,2 \\ 0,08 & 0,1 & 0,4 & 0,1 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} x=0 \\ x=1 \\ x=2 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0,1 & 0,1 & 0,15 \\ 0,05 & 0,1 & 0,1 \\ 0,05 & 0,1 & 0,05 \end{vmatrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \end{matrix}$

#### 4.6. Варіанти завдання

Закінчення табл. 4.3

№ варіанта	Ситуаційні матриці ймовірностей факторів ризику	
<b>17</b>	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} \parallel \\ \parallel \\ \parallel \end{matrix} & \begin{matrix} 0,17 & 0,09 & 0,15 \\ 0,06 & 0,12 & 0,2 \\ 0,08 & 0,1 & 0,1 \end{matrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \begin{matrix} \parallel \\ \parallel \\ \parallel \end{matrix} & \begin{matrix} 0,1 & 0,1 & 0,15 & 0,02 \\ 0,5 & 0,1 & 0,1 & 0,1 \\ 0,1 & 0,1 & 0,25 & 0,01 \end{matrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ x=2 & x=3 & x=4 & x=5 \end{matrix}$
<b>18</b>	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \begin{matrix} \parallel \\ \parallel \\ \parallel \end{matrix} & \begin{matrix} 0,1 & 0,2 & 0,2 & 0,15 \\ 0,05 & 0,01 & 0,3 & 0,1 \\ 0,25 & 0,01 & 0,2 & 0,1 \end{matrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 & y=3 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 \\ \begin{matrix} \parallel \\ \parallel \\ \parallel \end{matrix} & \begin{matrix} 0,02 & 0,2 & 0,3 & 0,1 & 0,1 \\ 0,08 & 0,2 & 0,2 & 0,1 & 0,13 \\ 0,01 & 0,1 & 0,13 & 0,12 & 0,11 \end{matrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ x=0 & x=1 & x=2 & x=3 & x=4 \end{matrix}$
<b>19</b>	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} \parallel \\ \parallel \\ \parallel \end{matrix} & \begin{matrix} 0,1 & 0,5 & 0,1 \\ 0,2 & 0,03 & 0,15 \\ 0,02 & 0,01 & 0,1 \end{matrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} \parallel \\ \parallel \\ \parallel \end{matrix} & \begin{matrix} 0,3 & 0,09 & 0,4 \\ 0,2 & 0,1 & 0,07 \\ 0,08 & 0,3 & 0,2 \end{matrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ x=0 & x=1 & x=2 \end{matrix}$
<b>20</b>	$R_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ \begin{matrix} \parallel \\ \parallel \\ \parallel \end{matrix} & \begin{matrix} 0,23 & 0,27 & 0,11 & 0,01 \\ 0,11 & 0,11 & 0,07 & 0,29 \\ 0,05 & 0,06 & 0,02 & 0,08 \end{matrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ y=0 & y=1 & y=2 & y=3 \end{matrix}$	$R_2 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} \parallel \\ \parallel \\ \parallel \end{matrix} & \begin{matrix} 0,06 & 0,02 & 0,1 \\ 0,09 & 0,01 & 0,21 \\ 0,13 & 0,21 & 0,23 \end{matrix} & \begin{matrix} \eta_{ns} \\ \eta_{fm} \\ \eta_{in} \end{matrix} \\ x=0 & x=1 & x=2 \end{matrix}$



## СИСТЕМНА ЗАДАЧА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДНИХ ВИРОБІВ

При проектуванні складного технічного виробу найважливішою задачею є раціональний вибір параметрів і узгодження вимог до зовнішніх (множини значень) і внутрішніх (області визначення) показників виробу при апріорно відомих обмеженнях на показники зовнішнього впливу [10, 14, 39, 44]. У цьому розділі розглянемо можливості розв'язання даної задачі на конкретному прикладі раціонального погодженого формування множини Парето за вихідними даними виробу.

### 5.1. МАТЕМАТИЧНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ УЗГОДЖЕННЯ ВНУТРІШНІХ ТА ЗОВНІШНІХ ПАРАМЕТРІВ

Вважаємо відомими цільові функції у вигляді наступної ієрархічної системи адитивних функцій:

$$\Phi_i(x_1, x_2, x_3) = c_{i1}\Phi_{c1}(x_1) + c_{i2}\Phi_{c2}(x_2) + c_{i3}\Phi_{c3}(x_3), \quad i = \overline{1, m}; \quad (5.1)$$

$$\Phi_{is}(x_s) = \sum_{j_s=1}^{n_s} a_{j_s}^{(i)} \Psi_{j_s}(x_{j_s}); \quad (5.2)$$

$$\Psi_{j_s}(x_{j_s}) = \sum_{p=0}^{p_{j_s}} \lambda_{j_s p} \varphi_{j_s p}(x_{j_s}); \quad (5.3)$$

$$\varphi_{j_s p}(x_{j_s}) = T_{p_s}^*(x_{j_s}), \quad s = \overline{1, 3},$$

або у вигляді відповідної ієрархічної системи адитивних функцій або мультиплікативних функцій, які отримані при виконанні завдань у розділах 2 та 3.

*Задано* вимоги до зовнішніх показників у для умовного виробу:

$$y \in B^+, B^+ = \{B_i^+ \mid i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^+ = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, i \in [1, m]\} \quad (5.4)$$

та вимоги до внутрішніх показників  $x_1$ :

$$x_1 \in D_1^+, \quad D_1^+ = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1} \mid j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, d_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq d_{1j_1}^+ \}. \quad (5.5)$$

Крім того, на показники зовнішніх впливів задано обмеження у вигляді

$$x_2 \in D_2^*, \quad D_2^* = \left\{ x_2 \mid x_2 = \left\langle x_{2j_2} \mid j_2 = \overline{1, n_2} \right\rangle, d_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq d_{2j_2}^+ \right\}; \quad (5.6)$$

$$x_3 \in D_3^*, \quad D_3^* = \left\{ x_3 \mid x_3 = \left\langle x_{3j_3} \mid j_3 = \overline{1, n_3} \right\rangle, d_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq d_{3j_3}^+ \right\}. \quad (5.7)$$

Потрібно сформуванати таку множину Парето  $P_{D,B}(\Phi)$  для функцій  $\Phi = \{ \Phi_i(x), i = \overline{1, m} \}$ , для якої на підставі вихідних даних (5.4)–(5.7) забезпечуватиметься раціональне взаємне узгодження області визначення  $D^*$  функцій  $\Phi$  і множини значень  $B^*$  цих функцій з урахуванням умов:

$$(\forall x_1 \in D_1^*) \wedge (\forall x_2 \in D_2^*) \wedge (\forall x_3 \in D_3^*) \Rightarrow \exists y \in B^*; \quad (5.8)$$

$$\forall y \in B^* \Rightarrow (\exists x_1 \in D_1^*) \wedge (\exists x_2 \in D_2^*) \wedge (\exists x_3 \in D_3^*); \quad (5.9)$$

$$y \in B^* \Leftrightarrow (y_1 \in B_1^*) \wedge \dots \wedge (y_2 \in B_2^*) \wedge \dots \wedge (y_m \in B_m^*). \quad (5.10)$$

Зазначимо практично важливі *властивості та особливості* основних обчислювальних процедур (ОП) розв'язання даної задачі. Насамперед, необхідно виокремити практичну необхідність і технологічну доцільність одночасного виконання двох умов взаємозв'язку множин  $B$  і  $D = \langle D_1, D_2, D_3 \rangle$  під час формування раціонального розв'язання. Результати розв'язання задачі визначаються співвідношеннями (5.8) і (5.9), де для (5.9) повинні виконуватися умови (5.10).

*Введемо необхідні визначення і позначення:*

1) цільові функції  $\Phi_i(x), i = \overline{1, m}$ , характеризують залежність показників якості  $y = (y_i \mid i = \overline{1, m})$  виробу від його внутрішніх показників  $x_1$  і показників зовнішнього впливу  $x_2, x_3$  на основі співвідношення  $y_i = \Phi_i(x_1, x_2, x_3), i = \overline{1, m}$ ;

2) вектор  $y = (y_i \mid i = \overline{1, m})$  визначає показники якості (технічні, економічні, експлуатаційні та ін.) виробу, вектор  $x_1 = (x_{1j_1} \mid j_1 = \overline{1, n_1})$  — внутрішні показники (конструктивні, технологічні та ін.) виробу,  $x_2 = (x_{2j_2} \mid j_2 = \overline{1, n_2})$  — контрольовані показники керованого зовнішнього впливу (статичного, динамічного навантаження та ін.),  $x_3 = (x_{3j_3} \mid j_3 = \overline{1, n_3})$  — показники некерованого зовнішнього впливу (зовнішнього середовища та інших умов експлуатації; прогнозовані показники ринку попиту і збуту, ситуацій ризику);

3) позначка  $\pm$  визначає величини, які можна коригувати в процесі розв'язання задачі;

4) позначка  $*$  визначає величини, які не підлягають коригуванню: вони є апріорно заданими обмеженнями або кінцевим результатом розв'язання задачі;

5) позначка  $\circ$  визначає величини, які є проміжними результатами в процесі розв'язання задачі;

6) умова (5.8) означає, що для всіх значень  $x_s \in D_s^*$ ,  $s = \overline{1,3}$ , обов'язково є відповідні значення  $y = (y_i | i = \overline{1,m})$  у множині  $B^*$ , які визначають кінцевий результат розв'язання задачі;

7) умова (5.9) означає, що для всіх значень  $y = (y_i | i = \overline{1,m})$  із множини  $B^*$ , обумовленої співвідношенням (5.10), обов'язково є відповідні значення  $x_s \in D_s^*$ ,  $s = \overline{1,3}$ , де множини  $D_s^*$ ,  $s = \overline{1,3}$ , визначають кінцевий результат розв'язання задачі;

8) задача вважається розв'язаною, якщо одночасно виконуються умови (5.8) і (5.9), що технічно свідчить про взаємне узгодження зовнішніх і внутрішніх показників виробу: всі показники виробу реалізуються в межах заданих обмежень  $B^*$  і  $D_s^*$ ,  $s = \overline{1,3}$ ;

9) результатом розв'язання задачі є множина Парето  $P_{D,B}(\Phi)$ , яка характеризується взаємним системним інтервальним узгодженням області визначення  $D^*$  і множини значень  $B^*$  функцій  $\Phi$ , множини  $\Phi$  і визначає взаємну відповідність множин  $D^*$  і  $B^*$  у вигляді

$$P_{D,B}(\Phi) = \Delta \{ \langle D^*, B^*, \Phi \rangle | [\Phi : D^* \rightarrow B^*] \wedge \Phi^{-1} : B^* \rightarrow D^* \}.$$

Значимо практичну необхідність і доцільність одночасного виконання умов (5.8) та (5.9) під час формування множини Парето. Ці умови відображають різні підходи до вибору раціонального розв'язку, який визначає шукану множину Парето. Умова (5.8) передбачає прийняття як вихідних даних внутрішніх показників за наявності незмінюваних обмежень на показники зовнішніх впливів. На практиці такі обмеження задані стандартами для різних видів виробів, виконання яких обов'язкове. При цьому шуканими величинами є показники якості. Цей підхід дає змогу зрозуміти, які показники якості можна одержати за обраних внутрішніх показників і за наявності заданих обмежень на показники зовнішніх впливів.

Умова (5.9) передбачає інший підхід: за вихідні дані взято вимоги до зовнішніх показників якості, а шуканими величинами є внутрішні показники виробу. Це дає можливість зрозуміти, які внутрішні показники необхідні для реалізації заданих показників якості за наявності заданих обмежень на показники зовнішніх впливів.

Отже, за незмінюваних обмежень на показники зовнішніх впливів перший підхід забезпечує формування «вигляду» виробу залежно від задання внутрішніх параметрів до визначення якості виробу. Другий підхід реалізує протилежну послідовність: від задання якості виробу до вибору структури і внутрішніх показників. Математично суть першого підходу полягає у побудові множини Парето як множини значень функцій  $\Phi$ , оптимальних за Парето на апіорно заданій незмінюваній області їхнього визначення  $D^*$ .

Другий підхід реалізує формування області визначення  $D^*$  методом такого її коригування, внаслідок якого можна досягти оптимальних значень функцій  $\Phi$ .

Розглянемо алгоритм формування множини Парето.

Реалізуємо ОП-1, починаючи з перевірки умови (5.8).

За вихідними даними (5.4), (5.5) для всіх  $i = \overline{1, m}$  на основі формул (5.1), (5.2) потрібно виконати такі дії:

1.1. Знайти:

$$\begin{aligned} y_i^- &= \min_{x \in D^+} \Phi_i(x); \\ y_i^+ &= \max_{x \in D^+} \Phi_i(x). \end{aligned} \quad (5.11)$$

1.2. Сформуувати:

$$\begin{aligned} B^* &= \langle B_i^*, i = \overline{1, m} \rangle; \\ B_i^* &= \{y_i^- \leq y_i \leq y_i^+\}. \end{aligned} \quad (5.12)$$

1.3. Перевірити виконання умов:

$$(\forall i = \overline{1, m} \rightarrow y_i^- \leq b_i^-) \wedge (\forall i = \overline{1, m} \rightarrow y_i^+ \geq b_i^+) \Rightarrow B^+ \supseteq B^*; \quad (5.13)$$

$$(\exists i = \overline{1, m} \rightarrow y_i^- > b_i^-) \vee (\exists i = \overline{1, m} \rightarrow y_i^+ < b_i^+) \Rightarrow B^+ \neq B^*. \quad (5.14)$$

1.4. Проаналізувати результати перевіркою умов:

♦ якщо виконується умова (5.13), то (5.4) і (5.5) — сумісні, а (5.12) — шуканий результат;

♦ якщо виконується умова (5.14), то (5.4) і (5.5) — несумісні, і потрібно коригувати (5.4) або (5.5).

Для реалізації ОП-2 за вихідними даними для  $B_i^*$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $D_2^*$  потрібно виконати такі дії:

2.1. Сформуувати дискретні аналоги:

$$B = \{y_i \mid y_i = y_i[q_0]; y_i[q_0] \in B_i^*; q_0 = \overline{1, k_0}; y_i[1] = b_i^-; y_i[k_0] = b_i^+\}; \quad (5.15)$$

$$D_2 = \{x_2 \mid x_2 = x_2[q_2]; x_2[q_2] \in D_2^*; q_2 = \overline{1, k_2}; x_2[1] = d_2^-; x_2[k_2] = d_2^+\}; \quad (5.16)$$

$$D_3 = \{x_3 \mid x_3 = x_3[q_3]; x_3[q_3] \in D_3^*; q_3 = \overline{1, k_3}; x_3[1] = d_3^-; x_3[k_3] = d_3^+\}. \quad (5.17)$$

2.2. Сформуувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_1, x_2[q_2], x_3[q_3]) = 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad q_0 = \overline{1, k_0}. \quad (5.18)$$

2.3. Розв'язати систему (5.18) і за результатами розв'язання знайти:

$$x_1^- = \arg \min_{i \in \{1, m\}} \Phi_i(x); \quad x_1^+ = \arg \max_{i \in \{1, m\}} \Phi_i(x);$$

$$x_1^- = \{x_{1j_1}^- \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}; \quad x_1^+ = \{x_{1j_1}^+ \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}.$$

2.4. Перевірити виконання умов:

$$(\forall j_1 = \overline{1, n_1} \rightarrow x_{1j_1}^- \geq d_{1j_1}^-) \wedge (\forall j_1 = \overline{1, n_1} \rightarrow x_{1j_1}^+ \geq d_{1j_1}^+) \Rightarrow D_1^* \supseteq D_1^+; \quad (5.19)$$

$$(\exists j_1 \in \{1, n_1\} \rightarrow x_{1j_1}^- < d_{1j_1}^-) \vee (\exists j_1 \in \{1, n_1\} \rightarrow x_{1j_1}^+ < d_{1j_1}^+) \Rightarrow D_1^* \neq D_1^+; \quad (5.20)$$

$$D_1^* = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+\}. \quad (5.21)$$

2.5. Проаналізувати результати перевіркою умов:

♦ якщо виконується умова (5.19), то (5.4) і (5.5) — сумісні, а (5.21) — шуканий результат;

♦ якщо виконується умова (5.20), то (5.4) і (5.5) — несумісні, і потрібно коригувати (5.4) або (5.5).

У результаті, за одночасного виконання умов (5.13) і (5.19) і, як наслідок, умов (5.8) і (5.9) одержуємо шукану множину Парето  $P_{D,B}(\Phi)$ . Вона характеризується тріадою  $\langle D^*, B^*, \Phi \rangle$ , забезпечує системне, взаємне інтервальне узгодження області визначення  $D^*$  і множини значень  $B^*$  для кожної функції множини  $\Phi$  і має вигляд

$$P_{D,B}(\Phi) = \Delta \langle D^*, B^*, \Phi \rangle \mid \{ \Phi : D^* \rightarrow B^* \} \wedge \{ \Phi^{-1} : B^* \rightarrow D^* \}.$$

*Примітка до алгоритму знаходження множини Парето:*

1. У якості вихідних даних будемо використовувати дискретно задані вибірки для відновлення функціональних залежностей  $y = \Phi(x_1, x_2, x_3)$  в адитивному або мультиплікативному вигляді, які наведено у п. 2.5 та п. 3.6.2 відповідно.

2. Інтервали параметрів  $x_2 = (x_{2j_2} \mid j_2 = \overline{1, n_2})$ ,  $x_3 = (x_{3j_3} \mid j_3 = \overline{1, n_3})$  не змінювати. Інтервали для параметрів  $x_1 = (x_{1j_1} \mid j_1 = \overline{1, n_1})$  можуть розширитися: наприклад, значення границь компонент вектора  $x_1^-$  прийняти рівним 0,01, а значення границь компонент вектора  $x_1^+$  збільшити в 2 рази. Тут  $x_1^-$  і  $x_1^+$  визначаються мінімальними і максимальними значеннями відповідних змінних вибірок, які наведено у п. 2.5 та п. 3.6.2.

3. Значення границь вектора  $y = (y_i \mid i = \overline{1, m})$  при необхідності можуть розширюватися: наприклад, потрібні значення границь для всіх  $y_i^-$  зменшити в 1,5 рази, а значення границь вектора  $y_i^+$  збільшити в 3 рази. Тоді в заданій множині  $B_i^+ = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, i \in [1, m]\}$  варто прийняти  $b_i^- = 1,5y_i^-$ ,  $b_i^+ = 3y_i^+$ . Розміри можуть зменшуватися для всіх границь  $y_i^-$  і збільшуватися для всіх границь  $y_i^+$ . Як шукані границі множини  $B^*$  також можна приймати наступні співвідношення:  $y_i^{*-} = 0,3y_i^+$ ;  $y_i^{*+} = 1,3y_i^+$  при  $y_i^* = (b_i^- + b_i^+)/2$ . Аналогічно можуть змінюватися границі для  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ . Чисельні значення розмірів границь можуть, крім того, або задаватися інтуїтивно і потім уточнюватися в процесі розв'язання задачі, або коригуватися методами послідовного наближення змінюваних границь одних показників до заданих незмінних параметрів інших.

4. Границі шуканої області  $D_1^*$  визначати за результатами розв'язання системи (5.18). Вони мають бути позитивними числами і узгодженими з гра-

ниціями множини  $B^*$  так, щоб область  $D_1^*$  не перетворювалася у «вузьку смужку».

5. На підставі вибірки, наведеної в п. 2.5 чи у п. 3.6.2, формується нова вибірка для системи рівнянь (5.18). Вона повинна включати такі значення для кожного елемента векторів  $x_2, x_3$ , які визначають границі (максимальне і мінімальне значення) і центр відповідного інтервалу або значення, близькі до них. Елементи вибірки мають бути різними для кожного елемента векторів  $x_2, x_3$  і для кожної функції.

## 5.2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ЗАВДАННЯ

### *Задано:*

- ◆ вимоги до зовнішніх показників  $y$ ;
- ◆ вимоги до внутрішніх показників  $x_1$ ;
- ◆ визначені обмеження на показники зовнішнього впливу  $x_2, x_3$ ;
- ◆ вихідні дані за експериментальною вибіркою.

### *Потрібно:*

- ◆ забезпечити раціональне взаємне узгодження множини внутрішніх показників  $x_1$ , множин показників зовнішнього впливу  $x_2, x_3$  множини зовнішніх показників  $y$ ;
- ◆ сформуувати множину Парето для функцій  $y = \Phi(x)$ ,  $x = \langle x_1, x_2, x_3 \rangle$ ,  $\Phi = \{\Phi_i(x), i = \overline{1, m}\}$ , для якої на підставі вихідних даних забезпечуватиметься раціональне взаємне узгодження області визначення функцій  $\Phi$  і множини значень цих функцій згідно з ОП-1 та ОП-2, що описані у п. 2.

## 5.3. ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

### *Приклад 1*

Використовуючи наведений вище алгоритм, знайдемо множину Парето для внутрішніх  $X_1(X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14})$ ,  $X_2(X_{21}, X_{22})$ ,  $X_3(X_{31}, X_{32})$  і зовнішніх  $Y(Y_1, Y_2, Y_3)$  параметрів за вибіркою обсягом даних  $q_0 = \overline{1; 25}$ , показаною у табл. 5.1.

Ітераційну процедуру пошуку множини Парето ілюструє серія вікон програми (рис. 5.1—5.4).

Для виконання вимог до  $X_1$  змінюємо межі для  $X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}$  (рис. 5.3).

Застосовуючи послідовно процедури коригування для  $X_1$  і  $Y$ , одержуємо узгоджену за внутрішніми і зовнішніми параметрами множину Парето (див. рис. 5.4).

### *Приклад 2*

Нехай потрібно за певний термін виконати певну роботу, наприклад, вирити котлован. Роботу можна виконати тільки за допомогою комплексу машин: виїмка землі — екскаваторами, транспортування — вантажівками або

**Розділ 5. Системна задача раціонального вибору параметрів складних виробів**

*Таблиця 5.1. Вихідні дані за експериментальною вибіркою*

$q_0$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1	0	1	0,4	0,5	0	1	0	0,5	2,284	1,59933	1,16522
2	0	0,09	0,3	0,6	0,01	0,9	0,12	0,6	1,5097	1,05679	0,76995
3	0,22	0,08	0,2	0,07	0,02	0,8	0,22	0,7	1,55233	1,08663	0,79169
4	0,33	0,07	0,1	0,08	0,03	0,7	0,32	0,8	1,60862	1,12604	0,8204
5	0,44	0,06	0	0,09	0,04	0,6	0,42	0,9	1,67857	1,175	0,85607
6	0,55	0,5	0,5	0,1	0,05	0,05	0,52	1	1,91218	1,33853	0,97521
7	0,66	0,04	0,6	0,09	0,06	0,4	0,62	0,4	1,84825	1,29378	0,94261
8	0,77	0,03	0,7	0,08	0,07	0,3	0,72	0,3	1,94798	1,36359	0,99347
9	0,88	0,02	0,8	0,07	0,08	0,2	0,82	0,2	2,06137	1,44296	1,0513
10	0,99	0,01	0,9	0,06	0,09	0,1	0,92	0,1	2,18842	1,53191	1,1161
11	1	0	1	0,05	1	0	1	0	2,44475	1,71133	1,24682
12	2	1,5	0,25	0,04	1,8	1,1	2	1,2	5,32518	3,72763	2,71584
13	1,2	0,13	0,45	0,03	1,4	1,5	1,6	1,7	4,58537	3,20976	2,33854
14	1	0,6	0	0,02	0,7	0,4	0,3	0,5	2,26572	1,586	1,15552
15	0,8	0,1	0,45	0,01	0	0,7	1	0,7	2,4833	1,73833	1,2665
16	1,3	1,8	1,5	0	1,9	0,4	1,5	1,7	5,7822	4,04754	2,94892
17	1,1	0,19	1,9	0,15	2	0,3	1,6	1,8	4,55915	3,19141	2,32517
18	0,9	2	2,3	0	0,21	0,2	1,7	1,9	6,0362	4,22534	3,07846
19	0,7	2,1	0,27	0,11	0,22	0,1	1,8	2	5,75073	4,02551	2,93287
20	0,5	2,2	0,31	0	0,23	0	1,9	0,21	5,4221	3,79547	2,76527
21	0,3	1,3	0,7	0,12	0,14	0,95	1	1,2	3,71637	2,60146	1,89535
22	0,2	1,4	0,8	0,14	1,5	0,84	0,11	1,3	3,33138	2,33196	1,6990
23	0,1	1,5	0,9	0,16	1,6	0,73	0,12	1,4	3,41644	2,39151	1,74239
24	0	1,6	1	0	1,7	0,62	0,13	1,5	3,49744	2,44821	1,7837
25	1,5	1,7	1,1	0,13	1,8	0,51	0,14	1,6	4,23661	2,96563	2,16067

тракторами із причепом, укладання вивезеної землі — планувальною машиною (бульдозером, катком тощо). Задача полягає в тому, щоб підібрати параметри всіх цих машин так, щоб увесь їх комплекс працював ефективно, а роботу було виконано вчасно.

Ефективність роботи комплексу залежить від кількох груп параметрів: параметрів котловану (глибини, довжини, ширини, твердості ґрунту), параметрів дороги (довжини і якості), параметрів екскаваторів (місткості ковша), параметрів вантажівок (вантажопідйомності), параметрів бульдозера (потужності) (табл. 5.2). Задачу розв'язували, використовуючи наведений вище алгоритм.

Інтерфейс користувача організовано у вигляді багатовіконного програмного інтерфейсу, що дає змогу одночасно відображати й оперувати всіма даними, доступними ОПР. Ці дані у процесі роботи алгоритму можна змінювати.

Отримати такі результати розв'язання задачі:

- ♦ раціональні значення якісних показників та відповідні їм значення конструктивних показників і параметрів зовнішнього впливу;
- ♦ остаточний результат у вигляді шуканої множини Парето після виконання потрібної кількості ітерацій;
- ♦ початкові обмеження на значення параметрів і функцій.

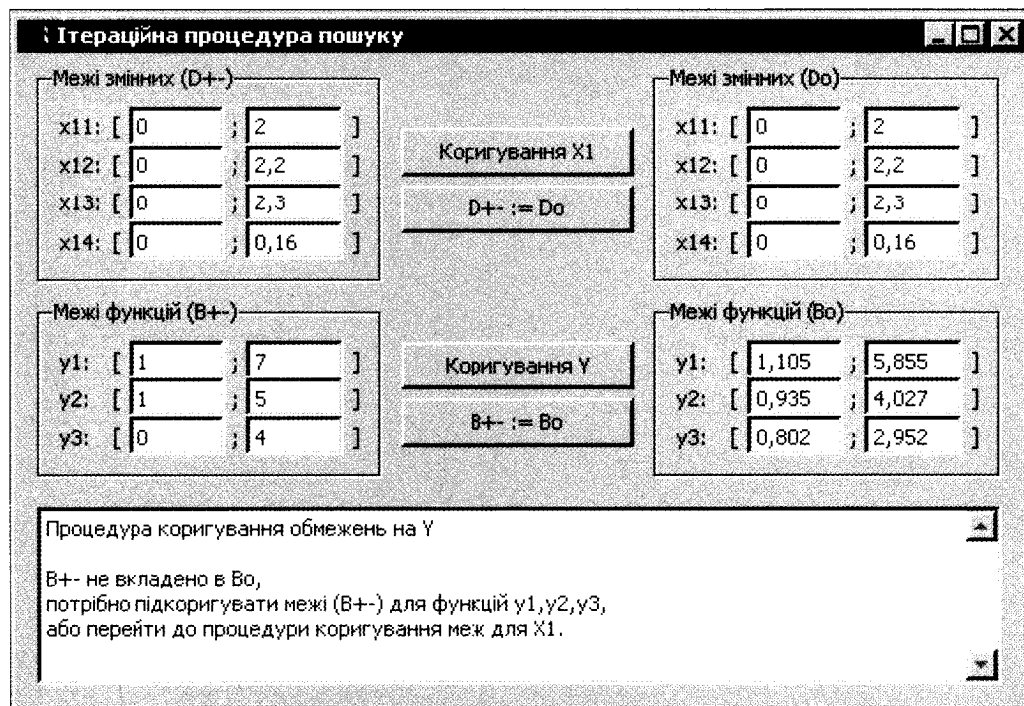


Рис. 5.1. Процедура коригування Y

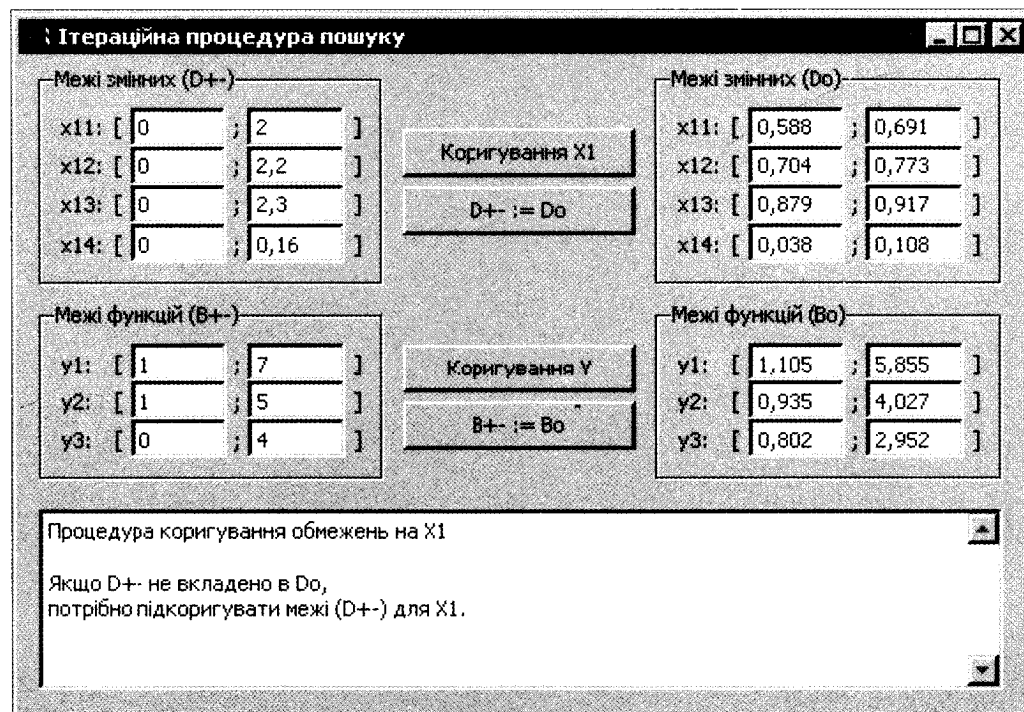


Рис. 5.2. Процедура коригування X<sub>1</sub> (перша ітерація)



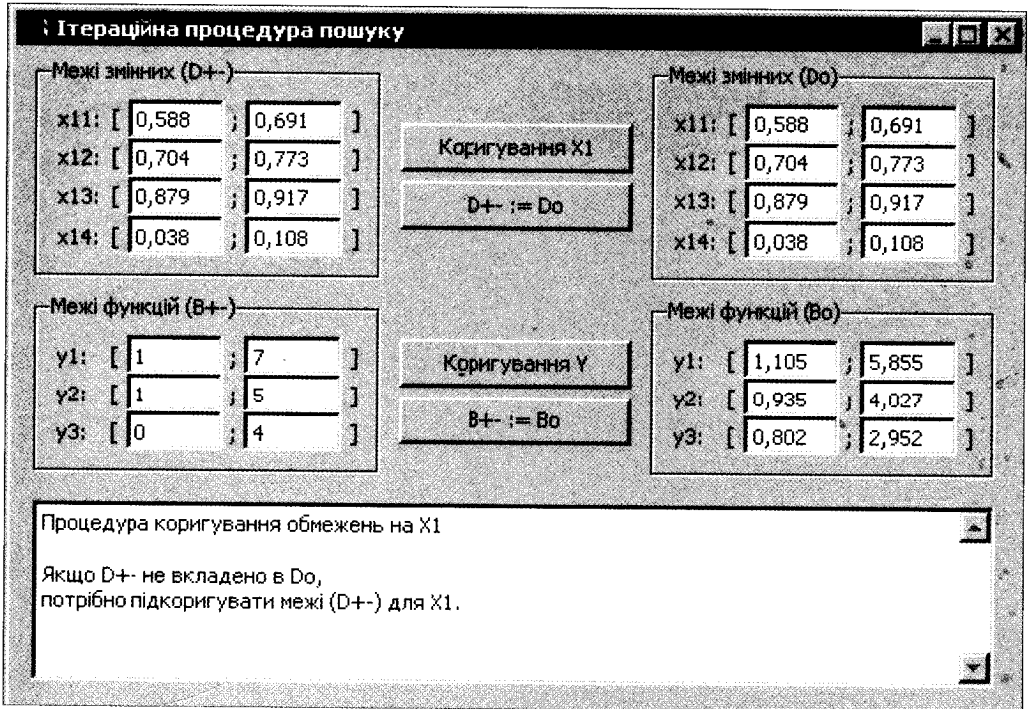


Рис. 5.3. Процедура коригування  $X_1$  (друга ітерація)

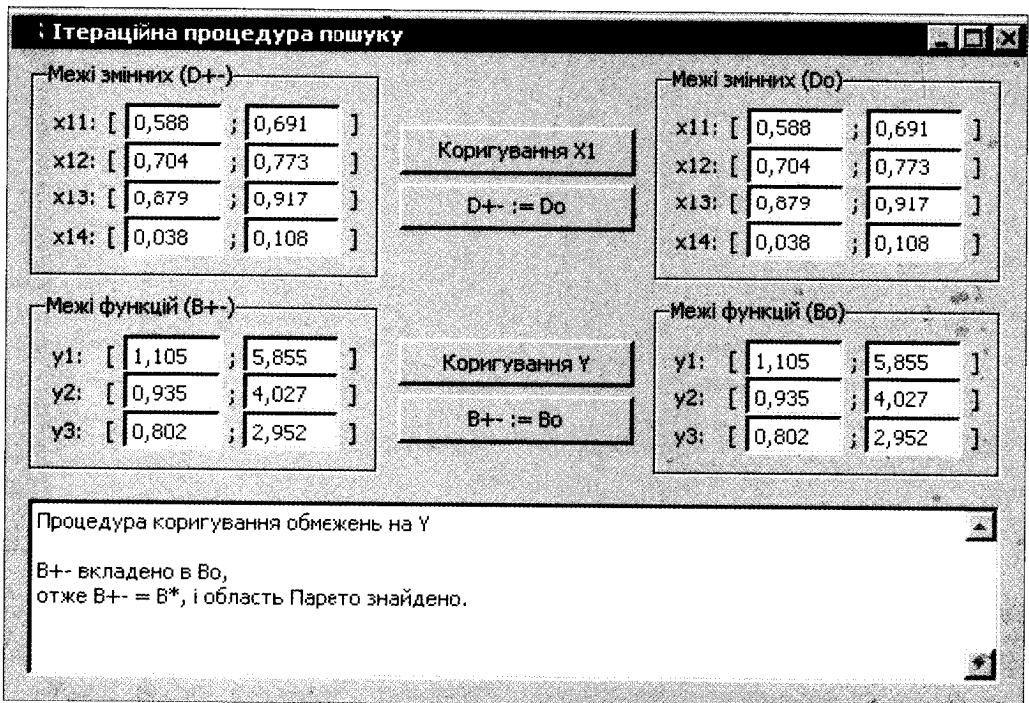


Рис. 5.4. Узгоджена за внутрішніми і зовнішніми параметрами множина Парето

### 5.3. Приклади виконання роботи

Таблиця 5.2. Вихідні дані для прикладу 2

Номер вибірки	Глибина котловану, м	Довжина котловану, м	Ширина котловану, м	Твердість ґрунту (число твердості)	Довжина дороги, км	Якість дороги, ум. од.	Місткість ковша екскаватора, м <sup>3</sup>	Вантажо-підйомність вантажівки, т	Потужність бульдозера, к.с.	Вартість робіт, тис. грн	Тривалість робіт, год
1	8	8	3	1	3	0	3	2	3	400	18
2	1	4	2	2	5	1	5	3	1	100	14
3	5	5	3	1	3	0	2	4	1	500	12
4	10	8	4	1	5	1	4	5	2	300	20
5	2	7	3	1	5	0	1	2	2	200	10
6	2	6	2	2	3	0	3	4	3	100	11
7	6	3	1	1	3	0	5	3	1	300	17
8	7	5	2	1	5	1	2	2	2	400	19
9	6	4	3	2	1	0	2	5	2	500	13
10	8	4	3	1	4	1	3	2	3	250	10
11	2	3	3	2	1	1	1	3	1	270	14
12	5	5	2	1	2	0	2	2	1	370	17
13	9	8	1	1	5	0	5	5	3	550	19
14	3	7	4	1	3	0	4	4	2	150	15
15	4	6	3	1	2	1	3	3	1	370	13
16	5	5	2	2	1	0	2	2	2	420	18
17	7	2	1	2	1	0	1	4	2	170	11
18	3	9	2	2	5	0	3	3	1	120	10
19	4	7	5	1	4	0	5	2	1	280	17

Ітераційна процедура знаходження множини Парето

**Параметри**

Вантажопідйомність вантажівки: [2.85; 3.90; 4.81]

Рациональні значення: [2.00; 5.00]

**Функція**

Максимальна вартість робіт: [100.00; 500.00]

Рациональне значення: [100.00]

	Cost	Time	Tg	
Нижня	100.00	15.65	1.00	
Верхня	500.00	10.65	2.00	

	Hk	Lk	Dk
Нижня	1.00	3.06	1.62
Верхня	3.13	8.00	1.00

**Множина Парето не узгоджена** Сховати вікно

Рис. 5.5. Ітераційна процедура знаходження множини Парето

*Таблиця 5.3. Узгоджена*

Глибина котловану, м	Довжина котловану, м	Ширина котловану, м	Твердість ґрунту (число твердості)	Довжина дороги, км	Якість дороги, ум. од.
[1,709; 4,884]	[4,192; 6,595]	[1,688; 3,3]	[1; 2]	[1,015; 5,11]	[0;1]

Розв'язуючи задачу в інтерактивному діалоговому режимі (рис. 5.5), одержуємо узгоджену множину Парето (табл. 5.3).

Отже, наведені приклади ілюструють практичну можливість знаходити раціональний компроміс між суперечливими цілями під час розробки окремих виробів нової техніки або організації низки технологічних процесів у єдину технологію будівельних, промислових чи інших видів робіт із використанням системи різних видів техніки.

#### **5.4. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ**

1. Чим зумовлено потребу знаходження раціонального компромісу між суперечливими цілями під час створення нового виробу?

2. Які особливості формування множини Парето на основі взаємного узгодження області визначення і множини значень цільових функцій?

3. У чому полягає суть підходу до формування множини Парето на основі взаємного узгодження області визначення і множини значень цільових функцій?

4. Які фактори і дії характеризують суперечливість цілей під час створення нового виробу?

5. За яких обмежень і припущень можна знайти раціональний компроміс між суперечливими цілями під час створення нового виробу?

6. У чому полягає суть побудови алгоритму формування множини Парето?

7. Чи є взаємозамінними підходи до формування множини Парето на основі узгодження лише області визначення або лише множини значень цільових функцій?

8. Чи є необхідність знаходити раціональний компроміс між суперечливими цілями під час розробки окремих виробів?

9. Які методи застосовуються при розв'язанні несумісних систем рівнянь?

10. У чому полягає суть двох протилежних підходів при побудові множини Парето?

#### **5.5. ВАРІАНТИ ЗАВДАННЯ**

Для наведених нижче варіантів застосовувати вибірки, що наведено у табл. 2.1—2.9, 3.1—3.4.

##### ***Варіант 1***

1. Сформуванати систему рівнянь:

$$y_{1i}[q_0] - \Phi_{1i}(x_1, x_2[q_1], x_3[q_3]) = 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad q_0 = [1, k_0];$$

## 5.5. Варіанти завдання

### множина Парето

Місткість ковша екскаватора, м <sup>3</sup>	Вантажопідйомність вантажівки, т	Потужність бульдозера, к.с.	Вартість робіт, тис. грн	Тривалість робіт, год
[1,778; 3,898]	[2,367; 4,046]	[1,589; 1,953]	[16,119; 559,599]	[8,078; 20,374]

$$x_1^- = \text{Arg min}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x); \quad x_1^+ = \text{Arg max}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x);$$

$$x_1^- = \{x_{1j_1}^- \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}; \quad x_1^+ = \{x_{1j_1}^+ \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}.$$

2. Скоригувати показники  $x_1 \in D_1^\pm$  при незмінних  $y, x_2, x_3$ :

$$y \in B^*, \quad B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, \quad i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^\pm, \quad D_1^\pm = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, \quad x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+ \};$$

$$x_2 \in D_2^*, \quad D_2^* = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, \quad d_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq d_{2j_2}^+ \};$$

$$x_3 \in D_3^*, \quad D_3^* = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, \quad d_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq d_{3j_3}^+ \}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ :

$$(\forall j_1 = \overline{1, n_1} \rightarrow x_{1j_1}^- \geq d_{1j_1}^-) \wedge (\forall j_1 = \overline{1, n_1} \rightarrow x_{1j_1}^+ \leq d_{1j_1}^+) \Rightarrow D_1^\circ \subseteq D_1^\pm;$$

$$(\forall j_1 = \overline{1, n_1} \rightarrow x_{1j_1}^- \geq d_{1j_1}^-) \wedge (\forall j_1 = \overline{1, n_1} \rightarrow x_{1j_1}^+ \leq d_{1j_1}^+) \Rightarrow D_1^\circ \subseteq D_1^\pm;$$

$$(\exists j_1 \in [1, n_1] \rightarrow x_{1j_1}^- < d_{1j_1}^-) \vee (\exists j_1 \in [1, n_1] \rightarrow x_{1j_1}^+ > d_{1j_1}^+) \Rightarrow D_1^\circ \not\subseteq D_1^\pm;$$

$$D_1^\circ = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, \quad x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+ \}.$$

### Варіант 2

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_{2i}[q_1] - \Phi_{2i}(x_2, x_1[q_1], x_3[q_3]) = 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad q_0 = [1, k_0].$$

2. Скоригувати показники  $x_2 \in D_2^\pm$  при незмінних  $y, x_1, x_3$ .

3. Перевірити виконання умов  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ :

$$y \in B^*, \quad B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, \quad i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^*, \quad D_1^* = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, \quad d_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq d_{1j_1}^+ \};$$

$$x_2 \in D_2^\pm, \quad D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, \quad x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+ \};$$

$$x_3 \in D_3^*, \quad D_3^* = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, \quad d_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq d_{3j_3}^+ \}.$$

**Варіант 3**

1. Сформуванати систему рівнянь:

$$y_{3i}[q_1] - \Phi_{3i}(x_3, x_2[q_2], x_1[q_1]) = 0; \quad i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $x_1, x_2, x_3, y$  на підставі співвідношень:

$$\begin{aligned} x_{1j_1}^- &= d_{1j_1}^- - \Delta d_{1j_1}^-; \quad x_{1j_1}^+ = d_{1j_1}^+ + \Delta d_{1j_1}^+; \quad j_1 = \overline{1, n_1}; \\ x_{2j_2}^- &= d_{2j_2}^- - \Delta d_{2j_2}^-; \quad x_{2j_2}^+ = d_{2j_2}^+ + \Delta d_{2j_2}^+; \quad j_2 = \overline{1, n_2}; \\ x_{3j_3}^- &= d_{3j_3}^- + \Delta d_{3j_3}^+; \quad x_{3j_3}^+ = d_{3j_3}^+ - \Delta d_{3j_3}^-; \quad j_3 = \overline{1, n_3}; \\ y_i^- &= b_i^- - \Delta b_i^-; \quad y_i^+ = b_i^+ + \Delta b_i^+; \quad i = \overline{1, m}, \end{aligned}$$

при виконанні умов:

$$\begin{aligned} y &\in B^\pm, \quad B^\pm = \{B_i^\pm, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^\pm = \{y_i \mid y_i^- \leq y_i \leq y_i^+, \quad i \in [1, m]\}; \\ x_1 &\in D_1^\pm, \quad D_1^\pm = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+\}; \\ x_2 &\in D_2^\pm, \quad D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+\}; \\ x_3 &\in D_3^\pm, \quad D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+\}. \end{aligned}$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm, \quad D_2^\circ \subseteq D_2^\pm, \quad D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

**Варіант 4**

1. Сформуванати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_1, x_2, x_3[q_3]) = 0; \quad i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати показники  $x_1 \in D_1, \quad x_2 \in D_2$  при незмінних  $y, x_3$ :

$$\begin{aligned} y &\in B^*, \quad B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, \quad i \in [1, m]\}; \\ x_1 &\in D_1^\pm, \quad D_1^\pm = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+\}; \\ x_2 &\in D_2^\pm, \quad D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+\}; \\ x_3 &\in D_3^*, \quad D_3^* = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, d_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq d_{3j_3}^+\}. \end{aligned}$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm, \quad D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ .

**Варіант 5**

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_1, x_3, x_2[q_2]) = 0; i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати показники  $x_1, x_3$  при незмінних  $y, x_2$ :

$$y \in B^*, B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^\pm, D_1^\pm = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+\};$$

$$x_2 \in D_2^*, D_2^* = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, d_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq d_{2j_2}^+\};$$

$$x_3 \in D_3^\pm, D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+\}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^* \subseteq D_1^\pm, D_3^* \subseteq D_3^\pm$ .

**Варіант 6**

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_2, x_3, x_1) = 0; i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати показники  $x_2, x_3$  при незмінних  $y, x_1$ :

$$y \in B^*, B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^*, D_1^* = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, d_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq d_{1j_1}^+\};$$

$$x_2 \in D_2^\pm, D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+\};$$

$$x_3 \in D_3^\pm, D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+\}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_2^* \subseteq D_2^\pm, D_3^* \subseteq D_3^\pm$ .

**Варіант 7**

Сформувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_2, x_3, x_1) = 0; i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати показники  $x_1, x_2, x_3$  при незмінних значеннях  $y$ . Скоригувати показники  $x_1 \in D_1^\pm, x_2 \in D_1^\pm, x_3 \in D_2^\pm$  при незмінних значеннях  $y$ :

$$y \in B^*, B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^\pm, D_1^\pm = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+\};$$

$$x_2 \in D_2^\pm, D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+\};$$

$$x_3 \in D_3^\pm, D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+\}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 8

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_2, x_3, x_1) = 0; i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $x_1, x_2, x_3, y$  на підставі співвідношень:

$$\begin{aligned} x_{1j_1}^- &= d_{1j_1}^- - \Delta d_{1j_1}^-; & x_{1j_1}^+ &= d_{1j_1}^+ + \Delta d_{1j_1}^+; & j_1 &= \overline{1, n_1}; \\ x_{2j_2}^- &= d_{2j_2}^- - \Delta d_{2j_2}^-; & x_{2j_2}^+ &= d_{2j_2}^+ + \Delta d_{2j_2}^+; & j_2 &= \overline{1, n_2}; \\ x_{3j_3}^- &= d_{3j_3}^- + \Delta d_{3j_3}^+; & x_{3j_3}^+ &= d_{3j_3}^+ - \Delta d_{3j_3}^-; & j_3 &= \overline{1, n_3}, \end{aligned}$$

при виконанні умов:

$$y \in B^\pm, B^\pm = \{B_i^\pm, i = \overline{1, m}\}, B_i^\pm = \{y_i \mid y_i^- \leq y_i \leq y_i^+, i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^\pm, D_1^\pm = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+\};$$

$$x_2 \in D_2^\pm, D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+\};$$

$$x_3 \in D_3^\pm, D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+\}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 9

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_2, x_3, x_1) = 0; i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $x_2, x_3$  на підставі співвідношень:

$$x_{2j_2}^- = d_{2j_2}^- - \Delta d_{2j_2}^-; \quad x_{2j_2}^+ = d_{2j_2}^+ + \Delta d_{2j_2}^+; \quad j_2 = \overline{1, n_2};$$

$$x_{3j_3}^- = d_{3j_3}^- + \Delta d_{3j_3}^+; \quad x_{3j_3}^+ = d_{3j_3}^+ - \Delta d_{3j_3}^-; \quad j_3 = \overline{1, n_3},$$

при незмінних значеннях показників  $y \in B^*$ ,  $x_1 \in D_1^*$ :

$$y \in B^*, B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^*, D_1^* = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, d_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq d_{1j_1}^+\};$$

$$x_2 \in D_2^\pm, \quad D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+ \};$$

$$x_3 \in D_3^\pm, \quad D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+ \}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 10

1. Сформуувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_2, x_3, x_1) = 0; \quad i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $x_1, x_3$  на підставі співвідношень:

$$x_{2j_2}^- = d_{2j_2}^- + \Delta d_{2j_2}^+; \quad x_{2j_2}^+ = d_{2j_2}^+ - \Delta d_{2j_2}^-; \quad j_2 = \overline{1, n_2};$$

$$x_{3j_3}^- = d_{3j_3}^- - \Delta d_{3j_3}^-; \quad x_{3j_3}^+ = d_{3j_3}^+ + \Delta d_{3j_3}^+; \quad j_3 = \overline{1, n_3},$$

при незмінних значеннях показників  $y \in B^*$ ,  $x_2 \in D_2^*$ :

$$y \in B^*, \quad B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, \quad i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^\pm, \quad D_1^\pm = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+ \};$$

$$x_2 \in D_2^*, \quad D_2^* = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, d_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq d_{2j_2}^+ \};$$

$$x_3 \in D_3^*, \quad D_3^* = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, d_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq d_{3j_3}^+ \}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 11

1. Сформуувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_2, x_3, x_1) = 0; \quad i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $x_1, x_2$  на підставі співвідношень:

$$x_{1j_1}^- = d_{1j_1}^- - \Delta d_{1j_1}^+; \quad x_{1j_1}^+ = d_{1j_1}^+ + \Delta d_{1j_1}^-; \quad j_1 = \overline{1, n_1};$$

$$x_{2j_2}^- = d_{2j_2}^- - \Delta d_{2j_2}^-; \quad x_{2j_2}^+ = d_{2j_2}^+ + \Delta d_{2j_2}^+; \quad j_2 = \overline{1, n_2},$$

при незмінних значеннях показників  $y \in B^*$ ,  $x_3 \in D_3^*$ :

$$y \in B^*, \quad B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, \quad i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^\pm, \quad D_1^\pm = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+ \};$$

$$x_2 \in D_2^*, \quad D_2^* = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+ \};$$



$$x_3 \in D_3^*, \quad D_3^* = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, d_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq d_{3j_3}^+ \}.$$

Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 12

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_2, x_3, x_1) = 0; \quad i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $x_2, x_3$  на підставі співвідношень:

$$x_{1j_1}^- = d_{1j_1}^- - \Delta d_{1j_1}^+; \quad x_{1j_1}^+ = d_{1j_1}^+ + \Delta d_{1j_1}^+; \quad j_1 = \overline{1, n_1};$$

$$x_{2j_2}^- = d_{2j_2}^- - \Delta d_{2j_2}^-; \quad x_{2j_2}^+ = d_{2j_2}^+ + \Delta d_{2j_2}^+; \quad j_2 = \overline{1, n_2},$$

при незмінних значеннях показників  $y \in B^*$ ,  $x_1 \in D_1^*$ :

$$y \in B^*, \quad B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, \quad i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^*, \quad D_1^* = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, d_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq d_{1j_1}^+ \};$$

$$x_2 \in D_2^\pm, \quad D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+ \};$$

$$x_3 \in D_3^\pm, \quad D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+ \}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 13

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_1, x_3, x_1) = 0; \quad i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $x_2, x_3$  на підставі співвідношень:

$$x_{2j_2}^- = d_{2j_2}^- - \Delta d_{2j_2}^+; \quad x_{2j_2}^+ = d_{2j_2}^+ + \Delta d_{2j_2}^-; \quad j_2 = \overline{1, n_2};$$

$$x_{3j_3}^- = d_{3j_3}^- + \Delta d_{3j_3}^+; \quad x_{3j_3}^+ = d_{3j_3}^+ - \Delta d_{3j_3}^-; \quad j_3 = \overline{1, n_3},$$

при незмінних значеннях показників  $y \in B^*$ ,  $x_1 \in D_1^*$ :

$$y \in B^*, \quad B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, \quad i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^*, \quad D_1^* = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, d_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq d_{1j_1}^+ \};$$

$$x_2 \in D_2^\pm, \quad D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+ \};$$

$$x_3 \in D_3^\pm, \quad D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+ \}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

**Варіант 14**

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_i[q_0] - \Phi_i(x_1, x_3, x_1) = 0; \quad i = \overline{1, m}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $x_1, x_3$  на підставі співвідношень:

$$\begin{aligned} x_{1j_1}^- &= d_{1j_1}^- - \Delta d_{1j_1}^+; & x_{1j_1}^+ &= d_{1j_1}^+ + \Delta d_{1j_1}^-; & j_1 &= \overline{1, n_1}; \\ x_{2j_2}^- &= d_{2j_2}^- - \Delta d_{2j_2}^+; & x_{2j_2}^+ &= d_{2j_2}^+ + \Delta d_{2j_2}^-; & j_2 &= \overline{1, n_2}, \end{aligned}$$

при незмінних значеннях показників  $y \in B^*$ ,  $x_2 \in D_2^*$ :

$$y \in B^*, \quad B^* = \{B_i^*, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^* = \{y_i \mid b_i^- \leq y_i \leq b_i^+, i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^\pm, \quad D_1^\pm = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+\};$$

$$x_2 \in D_2^*, \quad D_2^* = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, d_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq d_{2j_2}^+\};$$

$$x_3 \in D_3^\pm, \quad D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+\}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

**Варіант 15**

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_{li}[q_1] - \Phi_{li}(x_1, x_2[q_1], x_3[q_3]) = 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad q_0 = [1, k_0].$$

$$x_1^- = \text{Arg min}_{i \in [1, m]} \Phi_{li}(x); \quad x_1^+ = \text{Arg max}_{i \in [1, m]} \Phi_{li}(x);$$

$$x_1^- = \{x_{1j_1}^- \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}; \quad x_1^+ = \{x_{1j_1}^+ \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $y, x_1$  на підставі співвідношень:

$$y_i^- = b_i^- - \Delta b_i^-; \quad y_i^+ = b_i^+ + \Delta b_i^+; \quad i = \overline{1, m};$$

$$x_{1j_1}^- = d_{1j_1}^- - \Delta d_{1j_1}^+; \quad x_{1j_1}^+ = d_{1j_1}^+ - \Delta d_{1j_1}^-; \quad j_1 = \overline{1, n_1},$$

при незмінних значеннях показників  $x_2 \in D_2^*$ ,  $x_3 \in D_3^*$ :

$$y \in B^\pm, \quad B^\pm = \{B_i^\pm, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^\pm = \{y_i \mid y_i^- \leq y_i \leq y_i^+, i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^\pm, \quad D_1^\pm = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+\};$$

$$x_2 \in D_2^*, \quad D_2^* = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, d_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq d_{2j_2}^+\};$$

$$x_3 \in D_3^*, \quad D_3^* = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, d_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq d_{3j_3}^+ \}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^o \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^o \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^o \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 16

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_{1i}[q_0] - \Phi_{1i}(x_1, x_2[q_1], x_3[q_3]) = 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad q_0 = [1, k_0];$$

$$x_1^- = \text{Arg min}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x); \quad x_1^+ = \text{Arg max}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x);$$

$$x_1^- = \{x_{1j_1}^- \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}; \quad x_1^+ = \{x_{1j_1}^+ \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $y$ ,  $x_2$  на підставі співвідношень:

$$y_i^- = b_i^- - \Delta b_i^-; \quad y_i^+ = b_i^+ + \Delta b_i^+; \quad i = \overline{1, m};$$

$$x_{2j_2}^- = d_{2j_2}^- - \Delta d_{2j_2}^-; \quad x_{2j_2}^+ = d_{2j_2}^+ + \Delta d_{2j_2}^-; \quad j_2 = \overline{1, n_2},$$

при незмінних значеннях показників  $x_1 \in D_1^*$ ,  $x_3 \in D_3^*$ :

$$y \in B^\pm, \quad B^\pm = \{B_i^\pm, i = \overline{1, m}\}, \quad B_i^\pm = \{y_i \mid y_i^- \leq y_i \leq y_i^+, \quad i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^*, \quad D_1^* = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, d_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq d_{1j_1}^+ \};$$

$$x_2 \in D_2^\pm, \quad D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+ \};$$

$$x_3 \in D_3^*, \quad D_3^* = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, d_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq d_{3j_3}^+ \}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^o \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^o \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^o \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 17

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_{1i}[q_0] - \Phi_{1i}(x_1, x_2[q_1], x_3[q_3]) = 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad q_0 = [1, k_0];$$

$$x_1^- = \text{Arg min}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x); \quad x_1^+ = \text{Arg max}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x);$$

$$x_1^- = \{x_{1j_1}^- \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}; \quad x_1^+ = \{x_{1j_1}^+ \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $y$ ,  $x_3$  на підставі співвідношень:

$$y_i^- = b_i^- - \Delta b_i^-; \quad y_i^+ = b_i^+ + \Delta b_i^+; \quad i = \overline{1, m};$$

$$x_{3j_3}^- = d_{3j_3}^- + \Delta d_{3j_3}^-; \quad x_{3j_3}^+ = d_{3j_3}^+ - \Delta d_{3j_3}^-; \quad j_3 = \overline{1, n_3},$$

при незмінних значеннях показників  $x_1 \in D_1^*$ ,  $x_3 \in D_3^*$ :

$$y \in B^\pm, B^\pm = \{B_i^\pm, i = \overline{1, m}\}, B_i^\pm = \{y_i \mid y_i^- \leq y_i \leq y_i^+, i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^*, D_1^* = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, d_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq d_{1j_1}^+\};$$

$$x_2 \in D_2^*, D_2^* = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, d_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq d_{2j_2}^+\};$$

$$x_3 \in D_3^\pm, D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+\}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 18

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_{1i}[q_0] - \Phi_{1i}(x_1, x_2[q_1], x_3[q_3]) = 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad q_0 = [1, k_0];$$

$$x_1^- = \text{Arg min}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x); \quad x_1^+ = \text{Arg max}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x);$$

$$x_1^- = \{x_{1j_1}^- \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}; \quad x_1^+ = \{x_{1j_1}^+ \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $y, x_2, x_3$  на підставі співвідношень:

$$y_i^- = b_i^- - \Delta b_i^-; \quad y_i^+ = b_i^+ + \Delta b_i^+; \quad i = \overline{1, m};$$

$$x_{2j_2}^- = d_{2j_2}^- - \Delta d_{2j_2}^-; \quad x_{2j_2}^+ = d_{2j_2}^+ + \Delta d_{2j_2}^+; \quad j_2 = \overline{1, n_2};$$

$$x_{3j_3}^- = d_{3j_3}^- + \Delta d_{3j_3}^-; \quad x_{3j_3}^+ = d_{3j_3}^+ - \Delta d_{3j_3}^+; \quad j_3 = \overline{1, n_3},$$

при незмінних значеннях показників  $x_1 \in D_1^*$ :

$$y \in B^\pm, B^\pm = \{B_i^\pm, i = \overline{1, m}\}, B_i^\pm = \{y_i \mid y_i^- \leq y_i \leq y_i^+, i \in [1, m]\};$$

$$x_1 \in D_1^*, D_1^* = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, d_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq d_{1j_1}^+\};$$

$$x_2 \in D_2^\pm, D_2^\pm = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+\};$$

$$x_3 \in D_3^\pm, D_3^\pm = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+\}.$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm$ ,  $D_2^\circ \subseteq D_2^\pm$ ,  $D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 19

1. Сформувати систему рівнянь:

$$y_{1i}[q_0] - \Phi_{1i}(x_1, x_2[q_1], x_3[q_3]) = 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad q_0 = [1, k_0];$$

$$x_1^- = \text{Arg min}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x); \quad x_1^+ = \text{Arg max}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x);$$

$$x_1^- = \{x_{1j_1}^- \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}; \quad x_1^+ = \{x_{1j_1}^+ \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}.$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $y, x_1, x_3$  на підставі співвідношень:

$$\begin{aligned} y_i^- &= b_i^- - \Delta b_i^-; & y_i^+ &= b_i^+ + \Delta b_i^+; & i &= \overline{1, m}; \\ x_{1j_1}^- &= d_{1j_1}^- - \Delta d_{1j_1}^-; & x_{1j_1}^+ &= d_{1j_1}^+ - \Delta d_{1j_1}^-; & j_1 &= \overline{1, n_1}; \\ x_{3j_3}^- &= d_{3j_3}^- + \Delta d_{3j_3}^+; & x_{3j_3}^+ &= d_{3j_3}^+ - \Delta d_{3j_3}^-; & j_3 &= \overline{1, n_3}, \end{aligned}$$

при незмінних значеннях показників  $x_2 \in D_2^*$ :

$$\begin{aligned} y &\in B^\pm, & B^\pm &= \{B_i^\pm, i = \overline{1, m}\}, & B_i^\pm &= \{y_i \mid y_i^- \leq y_i \leq y_i^+, i \in [1, m]\}; \\ x_1 &\in D_1^\pm, & D_1^\pm &= \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+\}; \\ x_2 &\in D_2^*, & D_2^* &= \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, d_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq d_{2j_2}^+\}; \\ x_3 &\in D_3^\pm, & D_3^\pm &= \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, x_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq x_{3j_3}^+\}. \end{aligned}$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm, D_2^\circ \subseteq D_2^\pm, D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

### Варіант 20

1. Сформулювати систему рівнянь:

$$\begin{aligned} y_i[q_0] - \Phi_{1i}(x_1, x_2[q_1], x_3[q_3]) &= 0; & i &= \overline{1, m}; & q_0 &= [1, k_0]; \\ x_1^- &= \text{Arg min}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x); & x_1^+ &= \text{Arg max}_{i \in [1, m]} \Phi_{1i}(x); \\ x_1^- &= \{x_{1j_1}^- \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}; & x_1^+ &= \{x_{1j_1}^+ \mid j_1 = \overline{1, n_1}\}. \end{aligned}$$

2. Скоригувати обмеження на показники  $y, x_1, x_2$  на підставі співвідношень:

$$\begin{aligned} y_i^- &= b_i^- - \Delta b_i^-; & y_i^+ &= b_i^+ + \Delta b_i^+; & i &= \overline{1, m}; \\ x_{1j_1}^- &= d_{1j_1}^- - \Delta d_{1j_1}^-; & x_{1j_1}^+ &= d_{1j_1}^+ - \Delta d_{1j_1}^-; & j_1 &= \overline{1, n_1}; \\ x_{3j_3}^- &= d_{3j_3}^- + \Delta d_{3j_3}^+; & x_{3j_3}^+ &= d_{3j_3}^+ - \Delta d_{3j_3}^-; & j_3 &= \overline{1, n_3}, \end{aligned}$$

при незмінних значеннях показників  $x_3 \in D_3^*$ :

$$\begin{aligned} y &\in B^\pm, & B^\pm &= \{B_i^\pm, i = \overline{1, m}\}, & B_i^\pm &= \{y_i \mid y_i^- \leq y_i \leq y_i^+, i \in [1, m]\}; \\ x_1 &\in D_1^\pm, & D_1^\pm &= \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1, n_1} \rangle, x_{1j_1}^- \leq x_{1j_1} \leq x_{1j_1}^+\}; \\ x_2 &\in D_2^\pm, & D_2^\pm &= \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1, n_2} \rangle, x_{2j_2}^- \leq x_{2j_2} \leq x_{2j_2}^+\}; \\ x_3 &\in D_3^*, & D_3^* &= \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1, n_3} \rangle, d_{3j_3}^- \leq x_{3j_3} \leq d_{3j_3}^+\}. \end{aligned}$$

3. Перевірити виконання умов  $D_1^\circ \subseteq D_1^\pm, D_2^\circ \subseteq D_2^\pm, D_3^\circ \subseteq D_3^\pm$ .

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЯКІСНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ЗАДАЧ**

Під час формалізації і розв'язання реальних задач системного аналізу важливе значення мають якісні характеристики використовуваної інформації. Обґрунтованість, достовірність та ефективність розв'язання прикладних системних задач безпосередньо залежать не лише від кількісних, а й від якісних характеристик інформації [2]. Звідси випливають принципово нові вимоги до оцінювання вихідної інформації і до процедури інформаційного аналізу.

### **6.1. ОСНОВНІ ЦІЛІ Й ЗАДАЧІ ІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ**

Сформулюємо *основні цілі й задачі інформаційного аналізу* як одного з важливих інструментів формалізації та розв'язання системних задач. Цілі інформаційного аналізу зводяться до забезпечення необхідного і технологічно можливого рівня інформаційного забезпечення достовірності та обґрунтованості розв'язання прикладних системних задач. Задачі інформаційного аналізу полягають у створенні методологічного і математичного інструментарію для досягнення поставлених цілей.

Досягнення поставлених цілей і розв'язання задач багато в чому залежить від взаємозв'язків і взаємозалежностей різних факторів та умов, фізичних припущень і технологічних обмежень, накладених на функціонування досліджуваного об'єкта. Ці особливості суттєво ускладнюють реальні системні задачі, перетворюючи кожен з них на унікальну. До таких задач насамперед слід віднести задачі технологічного передбачення, інноваційної діяльності, оцінювання ризиків і керування безпекою складних технічних систем. Тому методологічний і математичний інструментарій інформаційного аналізу доцільно формувати з урахуванням особливостей певного класу системних задач.

Мета цього розділу — формування єдиного підходу до системно узгодженого з погляду ОПР аналізу кількісних і якісних характеристик інформації, оцінювання їхнього впливу на достовірність, повноту і своєчасність розв'язання системних задач [1, 2, 19, 46, 51].

*Інформація* — це упорядкована послідовність змістовно взаємно узгоджених і структурно взаємопов'язаних слів, малюнків, діаграм, таблиць і (або) інших засобів письмового, усного, наочного, технічного відображення станів, дій, розміщень та інших властивостей і (або) процесів досліджуваного об'єкта будь-якої природи.

## 6.2. ЯКІСНІ ВЛАСТИВОСТІ ІНФОРМАЦІЇ

Зазначимо, що за допомогою відомих підходів визначення кількості інформації розв'язують задачі з позиції аналізу загальних властивостей об'єкта і не враховують позиції ОПР стосовно досліджуваного об'єкта. Однак позиції різних ОПР можуть принципово різнитися. Наприклад, один із них аналізуватиме множину ситуацій ризику, виходячи з крайньої обережності, а інший — буде прихильником раціонального ризику. Тому виникла потреба визначення кількості та якості інформації не лише для опису наявних властивостей і особливостей досліджуваного об'єкта, а й з погляду формування і досягнення цілей ОПР на основі його бачення як необхідних властивостей та особливостей досліджуваного об'єкта, так і шляхів та засобів їх реалізації.

*Рівень інформованості ОПР* — це показник рівня знань про предмет аналізу або досліджень. Кількісно рівень інформованості ОПР характеризуватимемо зміною рівня невизначеності знань унаслідок одержання інформації.

Під *інформованістю ОПР* будемо розуміти зміну рівня невизначеності знань про ситуацію або предмет аналізу внаслідок одержання інформації.

З одержанням інформації рівень невизначеності ситуації може знижуватися, якщо інформація точна, але може і зростати, якщо вона навмисно перекручена або недостовірна (тобто не підтверджена досвідом, розрахунками, документами чи іншим способом).

Проаналізуємо деякі прийоми і суть розкриття *невизначеності появи ситуації*. Вважатимемо, що *рівень неінформованості* — це невизначеність знання про появу тієї чи іншої альтернативи з прогнозованої множини ситуацій. Значення невизначеності знання можна оцінювати на підставі різних підходів. Нехай множина можливих ситуацій  $M_s$  дискретна, і кожний елемент  $S_i$  множини  $M_s$  характеризує певна ймовірність  $\rho_i$  для  $i = \overline{1, m_s}$ . Тоді значення неінформованості  $H_s$  будемо визначати як рівень невизначеності відомостей про  $M_s$ . Отже, маємо умову, аналогічну умові для формули Шенона. Тому невизначеність можна знайти як ентропію:

$$H_s = -\sum_{i=1}^{m_s} \rho_i \log \rho_i. \quad (6.1)$$

Зазначимо, що для рівноймовірних подій  $\rho_i = 1/m_s$  і  $H_s = \log m_s$ .

Тепер проаналізуємо вплив якості інформації на рівень інформованості ОПР. Звернемо увагу на те, що оцінювання якості інформації найменш досліджене як в інформатиці, так і в інших наукових дисциплінах, тією чи іншою мірою пов'язаних з інформацією: теорії оптимального керування, теорії прийняття рішень тощо.

Сьогодні немає прийнятої системи показників оцінки якісних характеристик інформації. Тому недоцільно зупинятися на аналізі різних підходів до її формалізації, оскільки вони незастосовні до розв'язання більшості практичних задач системного аналізу.

Наведемо лише суттєві якісні властивості інформації, що принципово важливі для розв'язання задач системного аналізу, зокрема для оцінки ступе-

ня і рівня ризику у штатних, нештатних і критичних ситуаціях. До таких властивостей належать повнота, достовірність і своєчасність інформованості ОПР.

*Повнота інформованості* — властивість, що характеризує відповідність кількості одержуваної ОПР інформації тій, котра потрібна для прийняття рішення.

*Своєчасність інформованості* — властивість, що визначає, наскільки ресурс часу ОПР на формування і прийняття рішення відповідає ресурсу часу від моменту одержання інформації до моменту реалізації рішення.

*Достовірність інформованості* — властивість, що характеризує відповідність одержаної ОПР інформації реальному стану наявної ситуації.

### 6.3. ВЛАСТИВОСТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ІНФОРМОВАНOSTІ

Під час формування інтегрального показника інформованості ОПР слід враховувати певні властивості та особливості введених показників повноти, своєчасності та достовірності  $I_{п}, I_{т}, I_{д}$ . Найважливіші властивості цих показників.

1. Рівень інформованості зростає безперервно від збільшення кожного з показників  $I_{п}, I_{т}, I_{д}$  або тільки одного з них.

2. Загальний рівень інформованості у разі збільшення його повноти, достовірності і своєчасності підвищується за нелінійним законом, а саме: приріст рівня інформованості поступово сповільнюється в міру наближення показників повноти, достовірності і своєчасності до їх граничних значень.

3. Рівень інтегрального показника інформованості у разі зменшення одного з показників нижче за деяке граничне значення не може бути компенсований завдяки збільшенню інших показників.

4. За нульового значення будь-якого з показників  $I_{п}, I_{т}, I_{д}$  загальний рівень інформованості також дорівнює нулю.

Зазначені властивості визначають вимогу до інтегрального показника інформованості  $I$  як функції від часткових показників  $I_{п}, I_{т}, I_{д}$ , що характеризують відповідно повноту, своєчасність і достовірність інформованості ОПР. Але очевидно, що рівень інформованості залежить не лише від якісних, а й від кількісних характеристик інформації.

Під час попереднього розгляду означення кількості інформації одержано співвідношення для рівня неінформованості у вигляді

$$H_s = -\sum_{i=1}^{m_s} \rho_i \log \rho_i,$$

де  $m_s$  — загальна кількість елементів множини  $M_s$ , яка об'єднує всі теоретично можливі ситуації;  $\rho_i$  — ймовірність появи ситуації,  $\rho_i \in M_s$ . Очевидно, що на практиці ймовірність появи деяких ситуацій із множини  $M_s$  буде настільки малою, що можна вилучити їх із розгляду. Наприклад, теоретично



не виключено, що в Україні в середині червня випаде сніг, але ймовірність цієї події настільки незначна, що у разі розв'язання практичних задач для цієї пори року таку ситуацію можна вилучити з аналізу. У підсумку одержимо множину  $S_0$  заданих ситуацій, кількість елементів якої  $N_S \leq m_S$ . Множину  $S_0$  формують на підставі експертних оцінок, статистичного аналізу та інших апріорних знань про ситуації. Усі якісні характеристики інформованості ОПР визначають саме для множини  $S_0$ .

Зазначимо, що величиною, оберненою до неінформованості, буде рівень інформованості  $I_S$ , який визначають кількісні характеристики інформації. Тут рівень інформованості введено з таких міркувань: він є мірою можливості аналізу множини  $S_0$  ситуацій. Міру можливості використовують у трактуванні теорії можливості [54].

Якщо про множину  $S_0$  відомий такий обсяг інформації, що є можливість проаналізувати будь-яку ситуацію  $S_i \in S_0$ , то вважатимемо, що рівень інформованості  $I_S = 1$ , тобто він є показником можливості аналізу будь-якої ситуації  $S_i \in S_0$ . Очевидно, що в цьому разі рівень ентропії (рівень неінформованості про множину  $S_0$ ) дорівнює нулю. Якщо про множину  $S_0$  немає жодної інформації, то можливість розв'язання задачі аналізу якої-небудь ситуації з множини  $S_0$  дорівнює нулю, тобто  $I_S = 0$ , що означає відсутність можливості аналізу будь-якої ситуації з множини  $S_0$ . У цьому випадку ентропія про множину  $S_0$  дорівнює максимальному значенню. Позначимо через  $H_S^+$  максимальне значення ентропії про множину  $S_0$ :

$$H_S^+ = \max H_S.$$

Із цих міркувань випливає, що  $I_S = 1$ , коли  $H_S = 0$ , і  $I_S = 0$ , коли  $H_S = H_S^+$ ,  $0 \leq H_S \leq H_S^+$ . Уведемо  $I_S$ :

$$I_S = 1 - \frac{H_S}{H_S^+}, \quad I_S = 1 - \left( -\sum_{i=1}^{m_S} \rho_i \log \rho_i \right) / H_S^+.$$

З умови рівноймовірності множини нештатних і критичних ситуацій, якщо немає апріорної інформації, маємо:  $H_S^+ = \log N_S$ .

Перейдемо до формального опису властивостей інтегрального показника  $I$  інформованості ОПР. Очевидно, що у загальному випадку він буде залежати від усіх уведених вище показників:  $I_S, I_{II}, I_T, I_D, I_{II}^-, I_{II}^+, I_T^-, I_T^+, I_D^-, I_D^+$ . Однак під час аналізу доцільно окремо розглядати показники інформованості для I, II, III зон [19].

Спочатку розглянемо зону II для всіх часткових показників. Для цього показник інформованості  $I$  запишемо як функцію від часткових показників у вигляді

$$I = f_C(\bar{I}_C), \quad (6.2)$$

де  $\overline{I}_C$  — вектор часткових показників, який можна зобразити за допомогою таких еквівалентних форм:

$$\overline{I}_C = \langle I_S, I_{II}, I_T, I_D \rangle; \quad (6.3)$$

$$\overline{I}_C = \{I_q | q = Q_C, \quad Q_C = \overline{1, q_0}\}. \quad (6.4)$$

Тоді покладемо  $q_0 = 4$ , хоча для всіх зон у співвідношенні (6.4) слід покласти  $q = q_\Sigma = 10$  (тобто враховувати всі перелічені часткові показники, зокрема  $I_{II}^-, I_{II}^+$  тощо).

Розглянемо особливості функції (6.2), беручи до уваги сформульовані раніше властивості. Перша особливість впливає із порогової властивості часткових показників. Вона полягає в тому, що неможливо компенсувати нестачу одного показника іншими, якщо значення цього показника менше за пороговий рівень. Відповідно до введених меж такими пороговими рівнями є  $\Pi^-, T^-, D^-$ . Звідси випливає, що

$$f_I(\overline{I}_C) = 0 \quad (6.5)$$

за умови, що існує таке  $q \in Q_C$ , для якого виконується  $I_q = 0$ .

З формули (6.5) випливає, що функція (6.2) має бути мультиплікативною функцією часткових показників:

$$f_I(\overline{I}_C) = \prod_{q=1}^{q_0} f_q(I_q). \quad (6.6)$$

Або, враховуючи формулу (6.3) як добуток нечітких відношень, запишемо це співвідношення у вигляді

$$f_I(\overline{I}_C) = f_S(I_S) \circ f_{II}(I_{II}) \circ f_T(I_T) \circ f_D(I_D). \quad (6.7)$$

Зазначимо, що для будь-якого  $q$  має виконуватися умова

$$f_q(I_q) = 0 \quad \text{для } I_q = 0. \quad (6.8)$$

Друга особливість полягає в тому, що в зоні II для показників  $I_{II}, I_T, I_D$  справедливі обмеження  $0 < I_{II} \leq 1$ ;  $0 < I_T \leq 1$ ;  $0 < I_D \leq 1$ . На підставі цього можна ввести нормування для  $I$ , поклавши  $f_I(\overline{I}_C) = 1$ , для будь-якого

$$q \in Q_C \rightarrow I_q = 1. \quad (6.9)$$

Третю особливість функції (6.2) визначає розглянута раніше нелінійна залежність рівня інформованості від кожного з часткових показників, що зумовлено психометричними властивостями людини. Відповідно до цієї особливості кожне співвідношення, що входить до складу мультиплікативної функції (6.7) або (6.8), має бути описане функцією логарифмічного типу:

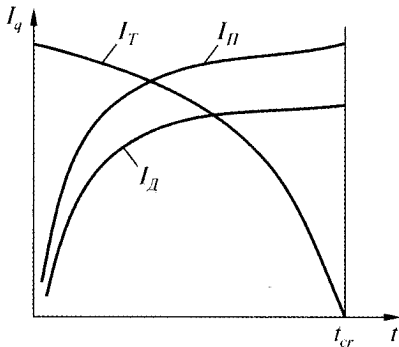


Рис. 6.1. Характер зміни якісних характеристик інформованості в часі

$$f_q(I_q) = \log \left( 1 + \sum_{l=0}^{m_q} b_{ql} I_q^l \right),$$

або в найпростішому випадку — функцією

$$f_q(I_q) = a_q \log(1 + b_q I_q);$$

$$f_q(I_q) = a_q \ln(1 + b_q I_q).$$

Розглянемо особливості формалізованого опису показника інформованості  $I$ , які впливають з характеру зміни часткових показників  $I_S, I_П, I_T, I_Д$  у часі. Тут слід звернути увагу на принципову відмінність характеру зміни в часі показника  $I_T$  від інших показників.

Справді, під час формування рішення, що починається в момент  $t = t_{рк} = 0$  і закінчується в момент  $t = t_{рл}$ , надходить додаткова інформація, що зумовлює збільшення повноти, достовірності і кількості інформації. Звідси випливає, що в загальному випадку показники  $I_S, I_П, I_Д$  — це зростаючі функції часу. Однак для показника  $I_T$  часова залежність інша, що зумовлено жорстким взаємозв'язком моменту закінчення формування рішення і моменту його реалізації. З огляду на те, що момент реалізації фіксований і його визначають зовнішні фактори, можна встановити, що показник своєчасності — спадна функція часу. Наприклад, момент реалізації визначають оголошений певний термін випуску нової продукції, сезонна зміна умов на транспортних магістралях тощо. Це впливає з відомого факту, що зі збільшенням обсягу інформації зростає час на її обробку і, отже, скорочується резерв часу до моменту реалізації рішення. Як змінюються розглянуті властивості інтегрального показника інформованості ОПР залежно від часу прийняття рішення показано на рис. 6.1.

Із викладеного випливає, що є суперечності між рівнем повноти і достовірності інформації, з одного боку, і рівнем своєчасності, з другого. Тому практично важливою є задача знаходження раціонального компромісу між рівнями  $I_П, I_Д$  і  $I_T$  у процесі формування рішення з урахуванням вимоги скорочення часу на його формування.

Для розв'язання цієї задачі потрібно врахувати залежності  $I_S, I_П, I_T, I_Д$  від часу, тобто покласти  $I_S = I_S(t)$ ,  $I_П = I_П(t)$ ,  $I_T = I_T(t)$ ,  $I_Д = I_Д(t)$ .

Розглянемо системні задачі розпізнавання і запобігання критичним і катастрофічним ситуаціям та запропонуємо алгоритм їх розв'язання.

## 6.4. СИСТЕМНА ЗАДАЧА РОЗПІЗНАВАННЯ І ЗАПОБІГАННЯ КРИТИЧНИМ І КАТАСТРОФІЧНИМ СИТУАЦІЯМ

### 6.4.1. Визначення допустимого періоду часу на формування і реалізацію рішення

Системну задачу розпізнавання і запобігання критичним і катастрофічним ситуаціям розглянемо для випадку визначення допустимого періоду часу на формування і реалізацію рішення, що запобігає катастрофічній ситуації на прикладі функціонування турбогенератора електростанції.

**Математична постановка задачі.** У процесі функціонування турбогенераторів електростанції (ЕС) під впливом множини  $\Phi = \{\Phi_j | j = \overline{1, m}\}$  неконтрольованих факторів ризику  $\Phi_j$  штатна ситуація  $S_i$  може перейти в критичну, надзвичайну або катастрофічну. Такий перехід може відбуватися упродовж деякого періоду часу, тривалість якого априорі невідома. Цей період залежить від кількості, властивостей і тривалості впливу факторів  $\Phi_j \in \Phi$ .

**Потрібно** визначити такий допустимий період часу  $T_0$  на формування і реалізацію рішення, для якого ймовірність переходу ситуації  $S_i$  в критичну, надзвичайну або катастрофічну не перевищуватиме задане значення  $\eta = \eta_{\text{доп}}$ .

Кількість факторів ризику і ситуацій задамо за допомогою табл. 6.1, де знак «+» означає, що під дією відповідного фактора штатна ситуація переходить у критичну, надзвичайну або катастрофічну, а знак «-» — що фактор ризику не впливає на ситуацію. Зазначимо, що метод і алгоритм розв'язання задачі застосовні для скінченних значень  $i$  та  $j$ .

Ймовірність переходу ситуації  $S_i$  під впливом фактора  $\Phi_j \in \Phi$ ;  $j \in [1; 7]$  у критичну, надзвичайну або катастрофічну ситуації залежить від зміни в часі пов-

Таблиця 6.1. Фактори ризику, що впливають на перехід турбогенераторів електростанції в критичну, надзвичайну або катастрофічну ситуації

$S_i$	$\Phi_j$						
	Зниження частоти до 49,7 Гц	Підвищення частоти понад 50,1 Гц	Помилкові дії оперативного персоналу	Відмова в роботі протиаварійної автоматики	Стихійні явища	Зниження частоти нижче 49 Гц	Аварійне вимкнення великої потужності
Зміна потужності ЕС	+	+	+	+	-	+	+
Переведення блоків ЕС на власні потреби	-	-	+	+	-	-	+
Асинхронний режим роботи ЕС	-	-	+	+	+	+	+
Поділ енергосистеми на частини	-	-	+	+	+	+	-

ноти  $I_{II}^{ij}$ , достовірності  $I_{II}^{ij}$  і своєчасності  $I_T^{ij}$  інформованості ОПР. Імовірність  $\eta_{ij}$  такої події визначає співвідношення:

$$\eta_{ij} = 1 - \lg[1 + \alpha_{ij} I_T^{ij}(t)];$$

$$I_{ij}^{ij}(t) = I_{II}^{ij}(t) I_T^{ij}(t) I_{II}^{ij}(t).$$

Щоб прийняти рішення, потрібно знайти раціональний компроміс між рівнями  $I_{II}^{ij}$ ,  $I_{II}^{ij}$ ,  $I_T^{ij}$  для скорочення часу на його формування і реалізацію.

Показники повноти  $I_{II}^{ij}$  та достовірності  $I_{II}^{ij}$  інформованості ОПР зростають із часом і визначені такими умовами:

$$I_{II}^{ij}(t) = \begin{cases} \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \alpha_{ij}t), & \text{якщо } \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \alpha_{ij}t) < 1, \\ 1, & \text{якщо } \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \alpha_{ij}t) \geq 1; \end{cases}$$

$$I_{II}^{ij}(t) = \begin{cases} \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \gamma_{ij}t), & \text{якщо } \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \gamma_{ij}t) < 1, \\ 1, & \text{якщо } \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \gamma_{ij}t) \geq 1. \end{cases}$$

Одночасно зі збільшенням часу впливу факторів  $\Phi_j \in \Phi$  зменшується рівень показника своєчасності інформованості  $I_T^{ij}$  відповідно до його властивостей, які характеризуються співвідношеннями:

$$\hat{I}_T^{ij} = \begin{cases} \hat{I}_T^{ij}(1 - \beta_{ij}t^2), & \text{якщо } \beta_{ij}t^2 < 1, \\ 0, & \text{якщо } \beta_{ij}t^2 \geq 1. \end{cases}$$

І, як наслідок, скорочується тривалість періоду часу на формування, прийняття і реалізацію рішення ОПР для запобігання переходу досліджуваної ситуації у критичну, надзвичайну або катастрофічну.

Коефіцієнти  $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $\gamma_{ij}$  характеризують динаміку змін показників інформованості і визначаються наступними залежностями:

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} e^{\hat{\alpha}_{ij}} \hat{I}_{II}^{ij} \cdot 0,5, & \text{якщо } 0 < \hat{\alpha}_{ij} \leq 1, \\ 0, & \text{якщо } \hat{\alpha}_{ij} > 1; \end{cases}$$

$$\beta_{ij} = \begin{cases} (\hat{\alpha}_{ij} + \gamma_{ij}) \hat{I}_T^{ij} \cdot 10^{-5}, & \text{якщо } 0 < \hat{\alpha}_{ij} \leq 1, \\ 0, & \text{якщо } \hat{\alpha}_{ij} > 1; \end{cases}$$

$$\gamma_{ij} = \begin{cases} e^{\hat{\alpha}_{ij}} \hat{\alpha}_{ij} \cdot 0,05, & \text{якщо } 0 < \hat{\alpha}_{ij} \leq 1, \\ 0, & \text{якщо } \hat{\alpha}_{ij} > 1. \end{cases}$$

**Приклад розв'язання задачі**

Значення  $\hat{I}_{Д}^{ij}$ ,  $\hat{I}_{П}^{ij}$ ,  $\hat{I}_{Т}^{ij}$  — попередні оцінки відповідних показників, які визначають експерти в момент виявлення нештатного режиму турбогенератора, а коефіцієнти  $\hat{\alpha}_{ij}$  характеризують рівень впливу кожного з факторів  $\Phi_j \in \Phi$ ;  $j \in [1; 7]$  на властивості ситуацій  $S_i$ ;  $i \in [1; 4]$ . Значення показників  $\hat{I}_{Д}^{ij}$ ,  $\hat{I}_{П}^{ij}$ ,  $\hat{I}_{Т}^{ij}$  і коефіцієнтів  $\hat{\alpha}_{ij}$  наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2. Значення показників  $\hat{I}_{Д}^{ij}$ ,  $\hat{I}_{П}^{ij}$ ,  $\hat{I}_{Т}^{ij}$  і коефіцієнта  $\hat{\alpha}_{ij}$

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
	$\hat{\alpha}_{ij}$						
$S_1$	0,5	0,6	0,65	0,5	—	0,7	0,6
$S_2$	—	—	0,6	0,7	—	—	0,4
$S_3$	—	—	0,7	0,7	0,4	0,55	0,65
$S_4$	—	—	0,75	0,6	0,4	0,5	—
	$\hat{I}_{П}^{ij}$						
$S_1$	0,6	0,7	0,4	0,8	—	0,7	0,6
$S_2$	—	—	0,5	0,6	—	—	0,5
$S_3$	—	—	0,4	0,4	0,4	0,8	0,6
$S_4$	—	—	0,6	0,3	0,35	0,6	—
	$\hat{I}_{Д}^{ij}$						
$S_1$	0,7	0,8	0,4	0,7	—	0,7	0,7
$S_2$	—	—	0,3	0,8	—	—	0,8
$S_3$	—	—	0,3	0,8	0,4	0,6	0,6
$S_4$	—	—	0,5	0,7	0,3	0,7	—
	$\hat{I}_{Т}^{ij}$						
$S_1$	0,8	0,8	0,6	0,8	—	0,8	0,9
$S_2$	—	—	0,7	0,9	—	—	0,6
$S_3$	—	—	0,5	0,8	0,5	0,7	0,75
$S_4$	—	—	0,8	0,75	0,55	0,8	—

Графічну ілюстрацію зміни показників інформованості  $I_{Д}$ ,  $I_{П}$ ,  $I_{Т}$  у процесі формування рішення показано на рис. 6.2.

Для визначення тривалості допустимого періоду  $T_0 = [T_1; T_2]$ , де  $T_1$  і  $T_2$  — відповідно нижня і верхня межі інтервалу, потрібно розв'язати нерівності:

$$0 \leq 1 - \lg \left( 1 + \alpha_{ij} I_{Т}^{ij} I_{П}^{ij} I_{Д}^{ij} (1 + \alpha_{ij} t) (1 + \gamma_{ij} t) (1 - \beta_{ij} t^2) \right) \leq \eta_{\text{доп}}. \quad (6.10)$$

За наведеними у табл. 6.2 вихідними даними визначаємо коефіцієнти  $\alpha_{ij}, \beta_{ij}, \gamma_{ij}$  у вигляді матриць:



Рис. 6.2. Зміна показників інформованості  $I_d$ ,  $I_n$ ,  $I_r$  залежно від часу формування рішення

$$\alpha_{ij} = \begin{bmatrix} 0,494 & 0,637 & 0,383 & 0,66 & 0 & 0,705 & 0,547 \\ 0 & 0 & 0,456 & 0,604 & 0 & 0 & 0,373 \\ 0 & 0 & 0,403 & 0,403 & 0,298 & 0,693 & 0,575 \\ 0 & 0 & 0,635 & 0,273 & 0,261 & 0,494 & 0 \end{bmatrix};$$

$$\gamma_{ij} = \begin{bmatrix} 0,05 & 0,067 & 0,0495 & 0,050 & 0 & 0,070 & 0,06 \\ 0 & 0 & 0,040 & 0,078 & 0 & 0 & 0,045 \\ 0 & 0 & 0,047 & 0,078 & 0,03 & 0,05 & 0,062 \\ 0 & 0 & 0,062 & 0,060 & 0,027 & 0,05 & 0 \end{bmatrix};$$

$$\beta_{ij} \cdot 10^{-4} = \begin{bmatrix} 0,389 & 0,563 & 0,259 & 0,568 & 0 & 0,62 & 0,546 \\ 0 & 0 & 0,347 & 0,613 & 0 & 0 & 0,254 \\ 0 & 0 & 0,225 & 0,385 & 0,164 & 0,52 & 0,478 \\ 0 & 0 & 0,558 & 0,249 & 0,158 & 0,435 & 0 \end{bmatrix}.$$

З нерівності (6.2) знаходимо допустимі інтервали  $T_0$  за різних значень  $\eta_{\text{дон}} = 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9$ . Отримані результати наведено у табл. 6.3.

Таблиця 6.3. Інтервали допустимого періоду  $T_0$  на формування рішення

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$S_1$	[0; 30,2]	[0; 33,4]	[0; 36,2]	[0; 32,2]	—	[0; 27,2]	[0; 29,1]
$S_2$	—	—	[0; 39,4]	[0; 36,3]	—	—	[0; 41,3]
$S_3$	—	—	[0; 45,5]	[0; 35,4]	[0; 43,9]	[0; 28,2]	[0; 32,1]
$S_4$	—	—	[0; 31,3]	[0; 35,3]	[0; 30,1]	[0; 33,3]	—

#### 6.4. Системна задача розпізнавання і запобігання критичним і катастрофічним ситуаціям

Отже, для ситуації  $S_1$  допустимий час на формування, прийняття і реалізацію рішення не має перевищувати  $T_2=27,2$ ; для ситуації  $S_2$  —  $T_2=36,3$ ; для ситуації  $S_3$  —  $T_2 = 28,2$ ; для ситуації  $S_4$  —  $T_2 = 30,1$ .

#### ПРИМІТКА

Вибір одиниці вимірювання  $T_0$  для різних технічних систем залежить від динамічних властивостей досліджуваного процесу: мікросекунда, секунда, хвилина або година.

### 6.4.2. Класифікація і розпізнавання рівня небезпеки критичних ситуацій

**Математична постановка задачі.** За умов попередньої задачі досліджуємо три класи критичних ситуацій:

♦  $A_1$  — клас особливо небезпечних ситуацій, для яких загальний час, потрібний для формування і реалізації рішення (період від початку формування рішення до реалізації),  $T_0 \leq T^-$ ;

♦  $A_2$  — клас потенційно небезпечних ситуацій, для яких  $T^- < T_0 \leq T^+$ ;

♦  $A_3$  — клас майже безпечних ситуацій,  $T_0 > T^+$ .

Нечіткі межі  $(T^+, \mu_{T^+})$  і  $(T^-, \mu_{T^-})$  періоду часу на формування рішення задано вибіркою у табл. 6.4.

**Потрібно** визначити, до якого класу  $A_j, j = \overline{1,3}$ , належить кожна ситуація  $S_i, i = \overline{1,4}$ .

Таблиця 6.4. Нечіткі межі  $(T^+, \mu_{T^+})$  і  $(T^-, \mu_{T^-})$

$T^+$	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$\mu_{T^+}$	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0

$T^-$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\mu_{T^-}$	0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	0,9	0,7	0,5	0,3

#### Розв'язання задачі

1. Використовуючи вихідні дані та алгоритм розв'язання попередньої задачі, визначимо допустимий часовий інтервал на формування і реалізацію рішення  $[T_j^-, T_j^+]$ , для якого ймовірність переходу кожної ситуації  $S_j \in S$  в критичну, надзвичайну або катастрофічну не перевищуватиме заданого допуску  $\eta^+ = [0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9]$  за всіма факторами  $\Phi_j$ , коли  $\eta^- = 0,1$ :



$$\eta^- \leq 1 - \log_2 \left( 1 + \alpha_{ij} I_T^{\ddot{y}} I_D^{\ddot{y}} I_D^{\ddot{y}} (1 + \alpha_{ij} t) (1 + \gamma_{ij} t) (1 - \beta_{ij} t^2) \right) \leq \eta^+ . \quad (6.11)$$

2. Для кожної ситуації  $S_i \in S$  визначимо підсумковий допустимий часовий інтервал  $[T_{S_i}^-, T_{S_i}^+]$ , межі якого відповідають  $\eta^-, \eta^+$  і встановлені з умов  $T_{S_i}^- = \min T_j^-$  і  $T_{S_i}^+ = \max T_j^+$ .

3. На інтервалі  $[T^-, T^+]$  визначимо місце розташування інтервалу  $[T_{S_i}^-, T_{S_i}^+]$  і значення  $\mu^-, \mu^+$  для всіх ситуацій  $S_i \in S$ .

4. З урахуванням зазначених етапів визначаємо, до якого класу  $A_j$  належить ситуація  $S_i$  на основі зіставлення меж кожного класу  $A_j$  і меж інтервалу  $[T_{S_i}^-, T_{S_i}^+]$ .

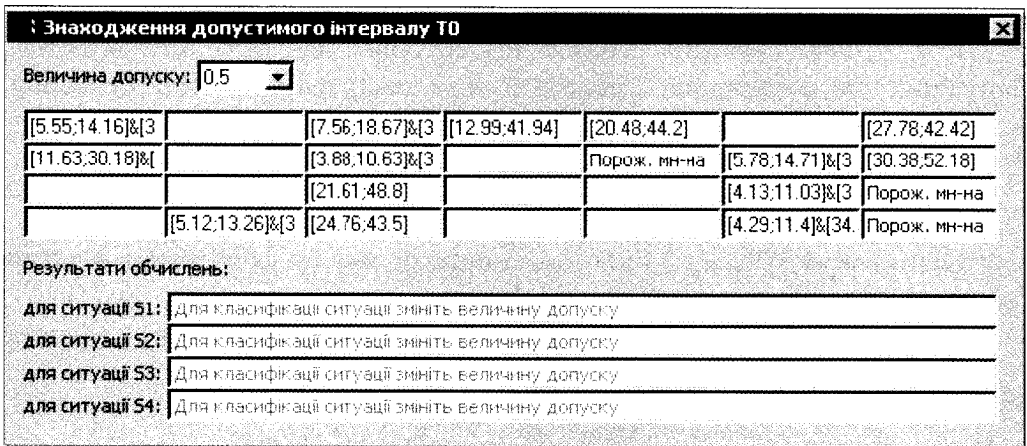


Рис. 6.3. Відображення класу потенційно небезпечних ситуацій для  $\eta = 0,5$

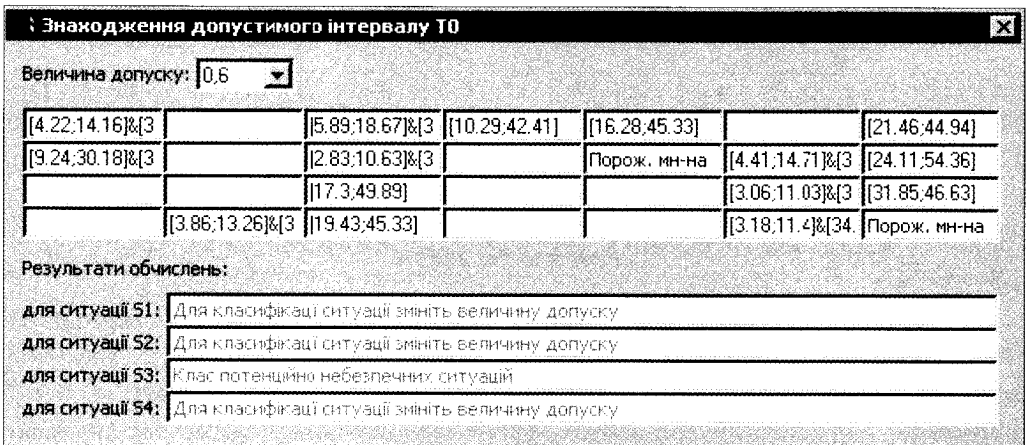


Рис. 6.4. Відображення класу потенційно небезпечних ситуацій для  $\eta = 0,6$

Деякі результати класифікації ситуації  $S_i$  за класами  $A_j$  наведено на рис. 6.3 для  $\eta = 0,5$  і рис. 6.4 для  $\eta = 0,6$  відповідно.

Наведений підхід до розв'язання задач розпізнавання критичних і катастрофічних ситуацій на прикладі турбогенератора електростанцій можна рекомендувати як загальну методику розв'язання цього типу задач для класу великих технічних систем, якими керує ОПР на підставі попередньо вироблених рішень. Однак слід пам'ятати, що певна технічна система буде мати свої особливості, які у процесі розв'язання зазначених задач треба враховувати емпірично.

## 6.5. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Які основні цілі та задачі інформаційного аналізу?
2. Що слід розуміти під інформованістю ОПР?
3. Якими якісними характеристиками інформації доцільно оцінювати рівень інформованості ОПР?
4. Що слід розуміти під максимально доцільним обсягом інформації?
5. Які властивості та особливості якісних показників інформації потрібно враховувати під час формування інтегрального показника інформованості?
6. Як визначають кількісні характеристики інформації?
7. Що є мірою можливості аналізу множини ситуацій?
8. Які властивості та особливості інтегрального показника інформованості ОПР?
9. Як змінюються у часі якісні показники повноти, достовірності та своєчасності?
10. Як розв'язати задачі розпізнавання ситуацій у процесі зміни інформованості ОПР?

## 6.6. ВАРІАНТИ ЗАВДАННЯ

**Задано:**

◆ Кількість факторів ризику і ситуацій задано для варіантів, які розглядаються, відповідно в табл. 6.5, 6.7, 6.9, 6.11, 6.13, 6.15; знак «+» означає, що під дією відповідного фактора штатна ситуація переходить у нештатну, а знак «-» — що фактор ризику не впливає на ситуацію.

◆ Значення коефіцієнтів  $\hat{\alpha}_{ij}$  і показників  $\hat{I}_D^y$ ,  $\hat{I}_N^y$ ,  $\hat{I}_T^y$  наведено в табл. 6.6, 6.8, 6.10, 6.12, 6.14, 6.16 відповідно для варіантів, що розглядаються.

◆ Аналітичний вид функціональних залежностей  $I_N^y$ ,  $I_D^y$ ,  $I_T^y$ ,  $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $\gamma_{ij}$  за умови  $t \in [T_1, T_2]$  наведено нижче для кожного варіанту таблиць.

◆ Для функціональних залежностей  $I_N^y$ ,  $I_D^y$ ,  $I_T^y$ ,  $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $\gamma_{ij}$  вводяться умови і обмеження з метою раціональної організації обчислювальних процесів. Вони визначаються для показників  $I_D^y, I_N^y$  інтервалом допустимих значень, для показника  $I_T^y$  — обмеженням тимчасового інтервалу  $T_0 = [T_1, T_2]$  і

умовою  $T_1 < t < T_2$ . Для показників  $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $\gamma_{ij}$  головна умова визначається наявністю (знак «+») або відсутністю (знак «-») впливу фактора ризику. Величина кожного показника залежить від значення  $\hat{\alpha}_{ij}$  в інтервалі  $0 < \hat{\alpha}_{ij} \leq 1$  і взаємозалежності значень  $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $\gamma_{ij}$ . Сутність і особливості структури умов та обмежень покажемо на прикладі вихідних залежностей показників для варіанту А1.

### Умови обмеження

$$I_{II}^{ij}(t) = \begin{cases} 0,5 \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \alpha_{ij}t), & \text{якщо } 0 < \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \alpha_{ij}t) < 1, \\ 1, & \text{якщо } \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \alpha_{ij}t) \geq 1; \end{cases}$$

$$I_{II}^{ij}(t) = \begin{cases} \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \gamma_{ij}t), & \text{якщо } 0 < \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \gamma_{ij}t) < 1, \\ 1, & \text{якщо } \hat{I}_{II}^{ij}(1 + \gamma_{ij}t) \geq 1; \end{cases}$$

$$\hat{I}_T^{ij} = \begin{cases} \hat{I}_T^{ij}(1 - \beta_{ij}t), & \text{якщо } 0 < \hat{I}_T^{ij}(1 - \beta_{ij}t) < 1 \text{ і } T_1 < t < T_2, \\ 0, & \text{якщо } \hat{I}_T^{ij}(1 - \beta_{ij}t) \geq 1 \text{ або } t > T_2; \end{cases}$$

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} 0,05 \frac{\hat{\alpha}_{ij}^2}{\gamma_{ij}} \hat{I}_{II}^{ij}, & \text{якщо } 0 < \hat{\alpha}_{ij} \leq 1, \\ 0, & \text{якщо } \hat{\alpha}_{ij} \text{ відповідає } \langle\langle - \rangle\rangle; \end{cases}$$

$$\beta_{ij} = \begin{cases} 10^{-2} \frac{\hat{\alpha}_{ij}}{\gamma_{ij}^2} \hat{I}_{II}^{ij}, & \text{якщо } 0 < \hat{\alpha}_{ij} \leq 1, \\ 0, & \text{якщо } \hat{\alpha}_{ij} \text{ відповідає } \langle\langle - \rangle\rangle; \end{cases}$$

$$\gamma_{ij} = \begin{cases} 0,5 \beta_{ij} \hat{\alpha}_{ij}^{-2} \hat{I}_T^{ij}, & \text{якщо } 0 < \hat{\alpha}_{ij} \leq 1, \\ 0, & \text{якщо } \hat{\alpha}_{ij} \text{ відповідає } \langle\langle - \rangle\rangle. \end{cases}$$

### Потрібно:

1. **Визначити** допустимий час  $T_0 = [T_1, T_2]$  на формування і реалізацію рішення, для якого ймовірність  $\eta_{ij}$  переходу ситуації  $S_i \in S$  в надзвичайну не перевищуватиме заданого допуску  $\eta_{\text{доп}}$ .

2. **Виконати** класифікацію і розпізнавання рівня небезпеки критичних ситуацій.

3. **Розв'язати** задачу віднесення ситуації  $S_i \in S$  до певного класу  $A_k$  критичних ситуацій.

4. **Запропонувати** свій варіант функціональних залежностей  $I_{II}^{ij}$ ,  $I_{II}^{ij}$ ,  $I_T^{ij}$ ,  $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $\gamma_{ij}$ .

## 6.6. Варіанти завдання

5. Запропонувати свій варіант прикладної задачі.

6. Провести огляд літератури з питання, що розглядається.

**Під час виконання роботи необхідно виконати наступне:**

• Побудувати графіки зміни показників інформованості  $\hat{I}_D^y$ ,  $\hat{I}_P^y$ ,  $\hat{I}_T^y$  в процесі формування рішення.

### Варіанти 1–5

Таблиця 6.5. Фактори  $\Phi_j$  ризику, що впливають на перехід ситуації  $S_i \in S$  в нештатні ситуації

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$S_1$	+	+	+	+	–	+	+
$S_2$	–	–	+	+	–	–	+
$S_3$	+	–	+	+	+	+	+
$S_4$	–	–	+	+	+	+	–

Таблиця 6.6. Значення коефіцієнтів  $\hat{\alpha}_{ij}$  і показників  $\hat{I}_D^y$ ,  $\hat{I}_P^y$ ,  $\hat{I}_T^y$

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$\hat{\alpha}_{ij}$							
$S_1$	0,6	0,5	0,4	0,55	–	0,755	0,45
$S_2$	–	–	0,7	0,35	–	–	0,7
$S_3$	0,65	–	0,8	0,65	0,7	0,65	0,7
$S_4$	–	–	0,4	0,55	0,45	0,85	–
$\hat{I}_P^y$							
$S_1$	0,65	0,55	0,8	0,45	–	0,7	0,75
$S_2$	–	–	0,5	0,8	–	–	0,45
$S_3$	0,45	–	0,6	0,5	0,6	0,45	0,45
$S_4$	–	–	0,7	0,7	0,4	0,35	–
$\hat{I}_D^y$							
$S_1$	0,3	0,54	0,5	0,4	–	0,5	0,4
$S_2$	–	–	0,65	0,25	–	–	0,5
$S_3$	0,35	–	0,35	0,4	0,2	0,45	0,3
$S_4$	–	–	0,65	0,5	0,65	0,3	–
$\hat{I}_T^y$							
$S_2$	0,7	0,8	0,4	0,6	–	0,85	0,5
$S_2$	–	–	0,5	0,4	–	–	0,4
$S_3$	0,25	–	0,76	0,45	0,3	0,5	0,6
$S_4$	–	–	0,5	0,5	0,6	0,3	–

• Реалізувати програмний модуль, що дає змогу визначати припустимий час  $T_0$  на формування і реалізацію рішення, за якого ймовірність  $\eta_{ij}$  переходу, обумовлена виразом (6.11), ситуації  $S_i \in S$  в надзвичайну не буде перевищувати заданого допуску  $\eta_{\text{доп}}$ . Передбачити в програмі можливість варіювання величину допуску  $\eta_{\text{доп}} \in [0,3; 0,9]$  з кроком 0,1.

• Визначити, до якого класу  $A_k, B_k, B_k$  критичних ситуацій належить досліджувана ситуація  $S_i \in S$ .

**Варіант 1**

$$I_{\Pi}^{\hat{y}}(t) = 0,5\hat{I}_{\Pi}^{\hat{y}}[1 + (\alpha_{ij} + \gamma_{ij})t]^2; \quad I_{\Delta}^{\hat{y}}(t) = 0,5\hat{I}_{\Delta}^{\hat{y}}[1 + (\alpha_{ij} + \gamma_{ij})t];$$

$$I_T^{\hat{y}}(t) = 0,5\hat{I}_T^{\hat{y}}[1 + (1 - \beta_{ij}t)]^2;$$

$$\alpha_{ij} = \frac{1 + e^{\hat{I}_{\Pi}^{\hat{y}}}}{10^2(1 + \hat{\alpha}_{ij}^2)}; \quad \beta_{ij} = \frac{(1 + 10^{-4} e^{\hat{I}_T^{\hat{y}}})\hat{I}_{\Delta}^{\hat{y}}}{(1 + \hat{\alpha}_{ij}^2)}; \quad \gamma_{ij} = \frac{(1 + e^{\hat{I}_{\Delta}^{\hat{y}}})\hat{\alpha}_{ij}}{10(1 + \hat{\alpha}_{ij}^2)}.$$

**Варіант 2**

$$I_{\Pi}^{\hat{y}}(t) = \hat{I}_{\Pi}^{\hat{y}}(1 + 0,5(1 + \alpha_{ij})t); \quad I_{\Delta}^{\hat{y}}(t) = 10^{-2}\hat{I}_{\Delta}^{\hat{y}}(1 + (1 + \gamma_{ij})t);$$

$$I_T^{\hat{y}}(t) = 0,5\hat{I}_T^{\hat{y}}(1 + (1 - \beta_{ij}t))^3;$$

$$\alpha_{ij} = 1 + 0,05\frac{\hat{\alpha}_{ij}^2}{\gamma_{ij}}\hat{I}_{\Pi}^{\hat{y}}; \quad \beta_{ij} = 1 + [10^{-2}\frac{\hat{\alpha}_{ij}}{\gamma_{ij}^2}\hat{I}_{\Delta}^{\hat{y}}]; \quad \gamma_{ij} = 1 + 0,5\beta_{ij}\hat{\alpha}_{ij}^{-2}\hat{I}_T^{\hat{y}}.$$

**Варіант 3**

$$I_{\Pi}^{\hat{y}}(t) = 0,5\hat{I}_{\Pi}^{\hat{y}}[(\alpha_{ij} + \gamma_{ij})t]^2; \quad I_{\Delta}^{\hat{y}}(t) = 0,5\hat{I}_{\Delta}^{\hat{y}}[(\alpha_{ij} + \gamma_{ij})t]^2;$$

$$I_T^{\hat{y}}(t) = \hat{I}_T^{\hat{y}}[1 + (1 - \beta_{ij}t)]^2;$$

$$\alpha_{ij} = 1 + (1 + \hat{\alpha}_{ij})(1 + \hat{I}_{\Pi}^{\hat{y}}\hat{I}_T^{\hat{y}}\hat{I}_{\Delta}^{\hat{y}}); \quad \beta_{ij} = 1 + (1 + \alpha_{ij}\hat{I}_{\Delta}^{\hat{y}})^2; \quad \gamma_{ij} = (1 + 0,5\beta_{ij}\hat{\alpha}_{ij}^2\hat{I}_T^{\hat{y}})^2.$$

**Варіант 4**

$$I_{\Pi}^{\hat{y}}(t) = 1 + 0,25\hat{I}_{\Pi}^{\hat{y}}[(1 + 0,5\alpha_{ij})(1 + \gamma_{ij})t]^2; \quad I_{\Delta}^{\hat{y}}(t) = 1 + 0,25\frac{(1 + \hat{I}_{\Delta}^{\hat{y}})(1 + \hat{\alpha}_{ij}t)^2}{(1 + 10\hat{I}_{\Pi}^{\hat{y}})^2};$$

$$I_T^{\hat{y}}(t) = 1 - 0,25\hat{I}_T^{\hat{y}}[1 + (1 + \beta_{ij}t)^{-2}];$$

$$\alpha_{ij} = 1 + 0,5(\hat{I}_T^{\hat{y}} + \hat{I}_{\Pi}^{\hat{y}})\hat{\alpha}_{ij}; \quad \beta_{ij} = 1 + \frac{0,5(1 + 10^{-2}\hat{\alpha}_{ij}^2)}{(\hat{I}_T^{\hat{y}})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{1 + \hat{\alpha}_{ij}^2\hat{I}_{\Delta}^{\hat{y}}}{1 + \hat{I}_T^{\hat{y}}}.$$

## 6.6. Варіанти завдання

### Варіанти 5–10

Таблиця 6.7. Фактори  $\Phi_j$  ризику, які впливають на перехід ситуації  $S_i \in S$  в нештатні ситуації

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$S_1$	+	–	+	+	+	+	+
$S_2$	–	+	+	–	+	+	–
$S_3$	–	+	+	–	+	+	–
$S_4$	+	+	+	+	+	–	–

Таблиця 6.8. Значення коефіцієнтів  $\hat{\alpha}_{ij}$  і показників  $\hat{I}_D^{ij}$ ,  $\hat{I}_\Pi^{ij}$ ,  $\hat{I}_T^{ij}$

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
	$\hat{\alpha}_{ij}$						
$S_1$	0,2	–	0,3	0,45	0,7	0,3	0,5
$S_2$	–	0,4	0,3	–	0,6	0,5	–
$S_3$	–	0,35	0,4	–	0,4	0,7	–
$S_4$	0,3	0,25	0,4	0,55	0,5	–	–
	$\hat{I}_\Pi^{ij}$						
$S_1$	0,4	–	0,5	0,5	0,8	0,4	0,6
$S_2$	–	0,6	0,5	–	0,3	0,6	–
$S_3$	–	0,4	0,4	–	0,3	0,75	–
$S_4$	0,5	0,4	0,4	0,65	0,3	–	–
	$\hat{I}_D^{ij}$						
$S_1$	0,6	–	0,7	0,4	0,7	0,45	0,6
$S_2$	–	0,5	0,75	–	0,4	0,3	–
$S_3$	–	0,3	0,55	–	0,45	0,8	–
$S_4$	0,7	0,3	0,65	0,4	0,65	–	–
	$\hat{I}_T^{ij}$						
$S_1$	0,4	–	0,5	0,5	0,8	0,5	0,8
$S_2$	–	0,5	0,6	–	0,6	0,4	–
$S_3$	–	0,6	0,7	–	0,4	0,3	–
$S_4$	0,5	0,7	0,8	0,6	0,2	–	–

### Варіант 5

$$I_\Pi^{ij}(t) = \hat{I}_\Pi^{ij}(1 + \alpha_{ij}^2 t)(1 + \beta_{ij}^2)(1 + \gamma_{ij}^2); \quad I_D^{ij}(t) = 10^{-2} \hat{I}_D^{ij}(1 + \alpha_{ij} + \gamma_{ij})^2(1 + \beta_{ij} t)^2;$$

$$I_T^{ij}(t) = \hat{I}_T^{ij}(t)(1 - \beta_{ij} t)^3;$$

$$\alpha_{ij} = \frac{1 + \hat{\alpha}_{ij}^2 \hat{I}_\Pi^{ij}}{1 + 0,05 \hat{\alpha}_{ij}}; \quad \beta_{ij} = \frac{1 + 10^{-2} \hat{I}_\Pi^{ij}}{1 + (\hat{I}_T^{ij})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{(1 + \hat{\alpha}_{ij} \hat{I}_D^{ij})^2}{1 + 10\beta_{ij} + 5(1 + \hat{\alpha}_{ij}^3)}.$$

**Варіант 6**

$$I_{H}^{ij} = \frac{0,7^{-t}\gamma_{ij} - 0,7\gamma_{ij}}{\alpha_{ij}}; \quad I_{A}^{ij} = 0,01\hat{I}_{A}^{ij}e^{0,5\alpha_{ij}t^3}; \quad I_T^{ij} = 1 - \alpha_{ij}\hat{I}_T^{ij}\left(\frac{1}{2}t + \frac{1}{2}\beta_{ij}\right);$$

$$\alpha_{ij} = e^{-\hat{I}_H^{ij} + \hat{I}_T^{ij}} \frac{\hat{\alpha}_{ij}^2}{1 + \hat{I}_A^{ij}\hat{\alpha}_{ij}}; \quad \beta_{ij} = \frac{\hat{I}_A^{ij}\left(\hat{I}_H^{ij} + \log(1 + \hat{\alpha}_{ij})\right)}{1 + e^{7\hat{I}_H^{ij}}}; \quad \gamma_{ij} = \hat{I}_T^{ij} \frac{e^{2\hat{\alpha}_{ij}}}{25(1 + \hat{I}_A^{ij0,05})}.$$

**Варіант 7**

$$I_H^{ij}(t) = 1 + 0,25\hat{I}_H^{ij}[1 + (\alpha_{ij} + \gamma_{ij})t]; \quad I_A^{ij}(t) = 1 + 0,25\hat{I}_A^{ij}[1 + (\alpha_{ij} + \gamma_{ij})t];$$

$$I_T^{ij}(t) = 1 - 0,25\hat{I}_T^{ij}[1 + (\alpha_{ij} + \beta_{ij})t]^2;$$

$$\alpha_{ij} = (1 + \hat{\alpha}_{ij})^2(1 + \hat{I}_H^{ij}\hat{I}_T^{ij}\hat{I}_A^{ij})^2; \quad \beta_{ij} = 1 + (1 + 10^{-2}\frac{1 + \hat{\alpha}_{ij}}{1 + \gamma_{ij}^2}\hat{I}_A^{ij})^2;$$

$$\gamma_{ij} = 1 + 0,5\beta_{ij}(1 + \hat{\alpha}_{ij}^2)(1 + \hat{I}_T^{ij})^2.$$

**Варіант 8**

$$I_H^{ij}(t) = 10\hat{I}_H^{ij}[\lg(1 + \alpha_{ij})(t + 1)^2]; \quad I_A^{ij}(t) = \frac{(1 + 0,5\beta_{ij} + \gamma_{ij}t)^2}{(1 + \hat{I}_A^{ij})^2 + 0,4\alpha_{ij}};$$

$$I_T^{ij}(t) = 0,05\hat{I}_T^{ij}[(2 + 10^{-2}\alpha_{ij})(1 - 3\beta_{ij}t)];$$

$$\alpha_{ij} = 0,5(\hat{I}_T^{ij} + \hat{I}_H^{ij})\hat{\alpha}_{ij}; \quad \beta_{ij} = \frac{e^{\hat{I}_T^{ij}}10^{-4}}{(1 + \hat{\alpha}_{ij})^2}; \quad \gamma_{ij} = 1,5e^{-0,5(\hat{I}_T^{ij} + \hat{I}_A^{ij})}\hat{\alpha}_{ij}^3.$$

**Варіант 9**

$$I_H^{ij}(t) = \hat{I}_H^{ij}(1 + \alpha_{ij}^2)t; \quad I_A^{ij}(t) = 10^{-2}\hat{I}_A^{ij}(3\alpha_{ij} + \gamma_{ij})(1 + t)^2;$$

$$I_T^{ij}(t) = \hat{I}_T^{ij}(1 - \beta_{ij}t);$$

$$\alpha_{ij} = \frac{\hat{\alpha}_{ij}^2\hat{I}_H^{ij}}{1 + 0,05\hat{\alpha}_{ij}}; \quad \beta_{ij} = \frac{10^{-4}}{(\hat{I}_T^{ij})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{(1 + \hat{\alpha}_{ij}\hat{I}_A^{ij})^2}{10^2\beta_{ij} + 5(1 + \hat{\alpha}_{ij}^3)}.$$

**Варіант 10**

$$I_H^{ij}(t) = \hat{I}_H^{ij}[1 + \alpha_{ij}(t + 1)^2]; \quad I_A^{ij}(t) = \hat{I}_A^{ij}(1 + \gamma_{ij}(1 + t));$$

$$I_T^{ij}(t) = 10^{-2}\hat{I}_T^{ij}[1 + (1 - \beta_{ij}t^2)];$$

$$\alpha_{ij} = 0,5(1 + \hat{I}_H^{ij})^2(1 + \gamma_{ij}); \quad \beta_{ij} = \frac{1 + 0,7\hat{\alpha}_{ij}}{(1 + \hat{I}_H^{ij})^2}10^{-3}\gamma_{ij}; \quad \gamma_{ij} = 0,5[1 + (1 + \alpha_{ij})^2].$$

6.6. Варіанти завдання

**Варіанти 11–15**

Таблиця 6.9. Фактори  $\Phi_j$  ризику, що впливають на перехід ситуації  $S_i \in S$  в нештатні ситуації

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$S_1$	+	+	+	+	-	+	+
$S_2$	-	-	+	+	-	-	+
$S_3$	-	-	+	+	+	+	+
$S_4$	-	-	+	+	+	+	-

Таблиця 6.10. Значення коефіцієнтів  $\hat{\alpha}_{ij}$  і показників  $\hat{I}_{\Pi}^{ij}$ ,  $\hat{I}_{\Delta}^{ij}$ ,  $\hat{I}_{T}^{ij}$

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
	$\hat{\alpha}_{ij}$						
$S_1$	0,6	0,3	0,2	0,5	—	0,25	0,4
$S_2$	—	—	0,4	0,3	—	—	0,3
$S_3$	—	—	0,7	0,6	0,4	0,45	0,35
$S_4$	—	—	0,45	0,5	0,3	0,35	—
	$\hat{I}_{\Pi}^{ij}$						
$S_1$	0,4	0,5	0,4	0,4	—	0,3	0,5
$S_2$	—	—	0,3	0,3	—	—	0,4
$S_3$	—	—	0,45	0,5	0,3	0,4	0,4
$S_4$	—	—	0,5	0,4	0,45	0,3	—
	$\hat{I}_{\Delta}^{ij}$						
$S_1$	0,3	0,4	0,5	0,4	—	0,4	0,6
$S_2$	—	—	0,35	0,2	—	—	0,5
$S_3$	—	—	0,35	0,4	0,35	0,5	0,5
$S_4$	—	—	0,35	0,5	0,5	0,3	—
	$\hat{I}_{T}^{ij}$						
$S_1$	0,7	0,6	0,4	0,6	—	0,4	0,5
$S_2$	—	—	0,5	0,4	—	—	0,4
$S_3$	—	—	0,6	0,4	0,35	0,55	0,6
$S_4$	—	—	0,5	0,5	0,6	0,3	—

**Варіант 11**

$$I_{\Pi}^{ij} = 10\hat{I}_{\Pi}^{ij}(1 + \alpha_{ij})t; \quad I_{\Delta}^{ij} = \hat{I}_{\Delta}^{ij}(1 + \gamma_{ij}t); \quad I_{T}^{ij} = \hat{I}_{T}^{ij}(1 - \beta_{ij}t^2);$$

$$\alpha_{ij} = 0,05 \frac{\hat{\alpha}_{ij}^2}{\gamma_{ij}} \hat{I}_{\Pi}^{ij}; \quad \beta_{ij} = 10^{-2} \frac{\hat{\alpha}_{ij}}{\gamma_{ij}^2} \hat{I}_{\Delta}^{ij}; \quad \gamma_{ij} = 0,5\beta_{ij}\hat{\alpha}_{ij}^{-2}\hat{I}_{T}^{ij}.$$



**Варіант 12**

$$I_{II}^{\hat{y}}(t) = \hat{I}_{II}^{\hat{y}}(1 + \beta_{ij})\alpha_{ij}t; \quad I_{II}^{\hat{y}}(t) = \frac{\hat{I}_{II}^{\hat{y}}\alpha_{ij}\gamma_{ij}t}{10\hat{I}_{II}^{\hat{y}}}; \quad I_T^{\hat{y}}(t) = \frac{1 - \beta_{ij}t^2}{\hat{I}_T^{\hat{y}}};$$

$$\alpha_{ij} = \frac{e^{i_{II}^{\hat{y}}}\hat{I}_T^{\hat{y}}}{10^2(1 + \hat{\alpha}_{ij}^2)}; \quad \beta_{ij} = \frac{10^{-4}e^{i_T^{\hat{y}}}\hat{I}_{II}^{\hat{y}}}{(1 + \hat{\alpha}_{ij}^4)}; \quad \gamma_{ij} = \frac{e^{i_{II}^{\hat{y}}}\hat{\alpha}_{ij}}{5}.$$

**Варіант 13**

$$I_T^{\hat{y}}(t) = \hat{I}_T^{\hat{y}}(1 - \beta_{ij}t); \quad I_{II}^{\hat{y}}(t) = \gamma_{ij}(\hat{I}_{II}^{\hat{y}} + 0,4t);$$

$$I_{II}^{\hat{y}}(t) = \hat{I}_{II}^{\hat{y}} \lg[(1 + \alpha_{ij}\hat{I}_{II}^{\hat{y}})(t^2 - 1)];$$

$$\alpha_{ij} = 10^{-2}(\hat{I}_T^{\hat{y}} + \hat{I}_{II}^{\hat{y}})\hat{\alpha}_{ij}; \quad \beta_{ij} = \frac{e^{i_T^{\hat{y}}}10^{-4}}{(1 + \hat{\alpha}_{ij})^2}; \quad \gamma_{ij} = 25e^{10^{-3}(i_{II}^{\hat{y}} + i_T^{\hat{y}})}\hat{\alpha}_{ij}.$$

**Варіант 14**

$$I_{II}^{\hat{y}}(t) = \hat{I}_{II}^{\hat{y}}(1 + 0,5(1 - \alpha_{ij})t); \quad I_{II}^{\hat{y}}(t) = 10^{-2}\hat{I}_{II}^{\hat{y}}(1 + (1 + \gamma_{ij})t);$$

$$I_T^{\hat{y}}(t) = 0,5\hat{I}_T^{\hat{y}}(1 + (1 - \beta_{ij}t))^2;$$

$$\alpha_{ij} = \hat{\alpha}_{ij}\hat{I}_{II}^{\hat{y}}\hat{I}_{II}^{\hat{y}}\hat{I}_T^{\hat{y}}; \quad \beta_{ij} = \frac{10^{-3}}{\hat{\alpha}_{ij}\hat{I}_T^{\hat{y}}}; \quad \gamma_{ij} = \frac{\hat{\alpha}_{ij}^2\hat{I}_{II}^{\hat{y}}}{\hat{I}_T^{\hat{y}}}.$$

**Варіант 15**

$$I_{II}^{\hat{y}}(t) = \hat{I}_{II}^{\hat{y}}(1 + \beta_{ij})\alpha_{ij}t; \quad I_T^{\hat{y}}(t) = \frac{(1 - \beta_{ij}t^2)}{5\gamma_{ij} + \hat{I}_T^{\hat{y}}};$$

$$I_{II}^{\hat{y}}(t) = \frac{\alpha_{ij}\gamma_{ij}t}{1 + \hat{I}_{II}^{\hat{y}}};$$

$$\alpha_{ij} = \frac{e^{i_{II}^{\hat{y}}}\hat{I}_T^{\hat{y}}}{1 + \hat{\alpha}_{ij}^2}; \quad \beta_{ij} = \frac{10^{-2}e^{-2i_T^{\hat{y}}}\hat{I}_{II}^{\hat{y}}}{2(1 + \hat{\alpha}_{ij}^2)}; \quad \gamma_{ij} = \frac{e^{i_{II}^{\hat{y}}}\hat{\alpha}_{ij}}{15}.$$

## 6.6. Варіанти завдання

### Варіанти 16–20

Таблиця 6.11. Фактори  $\Phi_j$  ризику, які впливають на перехід ситуації  $S_i \in S$  в нештатні ситуації

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$S_1$	+	–	+	+	+	+	+
$S_2$	–	+	+	–	+	+	–
$S_3$	–	+	+	–	+	+	–
$S_4$	+	+	+	+	+	–	–

Таблиця 6.12. Значення коефіцієнтів  $\hat{\alpha}_{ij}$  і показників  $\hat{I}_{\Delta}^{ij}$ ,  $\hat{I}_{\Pi}^{ij}$ ,  $\hat{I}_{\Gamma}^{ij}$

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$\hat{\alpha}_{ij}$							
$S_1$	0,2	–	0,3	0,45	0,7	0,3	0,5
$S_2$	–	0,4	0,3	–	0,6	0,5	–
$S_3$	–	0,35	0,4	–	0,4	0,7	–
$S_4$	0,3	0,25	0,4	0,55	0,5	–	–
$\hat{I}_{\Pi}^{ij}$							
$S_1$	0,4	–	0,5	0,5	0,8	0,4	0,6
$S_2$	–	0,6	0,5	–	0,3	0,6	–
$S_3$	–	0,4	0,4	–	0,3	0,75	–
$S_4$	0,5	0,4	0,4	0,65	0,3	–	–
$\hat{I}_{\Delta}^{ij}$							
$S_1$	0,6	–	0,7	0,4	0,7	0,45	0,6
$S_2$	–	0,5	0,75	–	0,4	0,3	–
$S_3$	–	0,3	0,55	–	0,45	0,8	–
$S_4$	0,7	0,3	0,65	0,4	0,65	–	–
$\hat{I}_{\Gamma}^{ij}$							
$S_1$	0,4	–	0,5	0,5	0,8	0,5	0,8
$S_2$	–	0,5	0,6	–	0,6	0,4	–
$S_3$	–	0,6	0,7	–	0,4	0,3	–
$S_4$	0,5	0,7	0,8	0,6	0,2	–	–

### Варіант 16

$$I_{\Pi}^{ij}(t) = 10 \hat{I}_{\Pi}^{ij} [\lg(1 + \alpha_{ij})(t + 1)^2]; \quad I_{\Delta}^{ij}(t) = \frac{(1 + 0,5\beta_{ij} + \gamma_{ij}t)^2}{(1 + \hat{I}_{\Delta}^{ij})^2 + 0,4\alpha_{ij}};$$

$$I_{\Gamma}^{ij}(t) = 0,05 \hat{I}_{\Gamma}^{ij} [(2 + 10^{-2}\alpha_{ij})(1 - 3\beta_{ij}t)];$$

$$\alpha_{ij} = 0,5(\hat{I}_T^{ij} + \hat{I}_N^{ij})\hat{\alpha}_{ij}; \quad \beta_{ij} = \frac{e^{\hat{I}_T^{ij}} 10^{-4}}{(1 + \hat{\alpha}_{ij})^2}; \quad \gamma_{ij} = 1,5e^{-0,5(\hat{I}_T^{ij} + \hat{I}_D^{ij})}\hat{\alpha}_{ij}.$$

**Варіант 17**

$$I_N^{ij}(t) = \hat{I}_N^{ij}(1 + \alpha_{ij}^2)t; \quad I_D^{ij}(t) = 10^{-2}\hat{I}_D^{ij}(3\alpha_{ij} + \gamma_{ij})(1 + t)^2;$$

$$I_T^{ij}(t) = \hat{I}_T^{ij}(1 - \beta_{ij}t);$$

$$\alpha_{ij} = \frac{\hat{\alpha}_{ij}^2 \hat{I}_N^{ij}}{1 + 0,05\hat{\alpha}_{ij}}; \quad \beta_{ij} = \frac{10^{-4}}{(\hat{I}_T^{ij} + 10^{-6})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{(1 + \hat{\alpha}_{ij}\hat{I}_D^{ij})^2}{10^2\beta_{ij} + 5(1 + \hat{\alpha}_{ij}^3)}.$$

**Варіант 18**

$$I_N^{ij}(t) = 10^{-2}\hat{I}_N^{ij}[1 + \alpha_{ij}(t + 1)^2]; \quad I_D^{ij}(t) = 10^{-1}\hat{I}_D^{ij}(1 + \gamma_{ij}(1 + t));$$

$$I_T^{ij}(t) = 10^{-1}\hat{I}_T^{ij}[1 + (1 - \beta_{ij}t^2)];$$

$$\alpha_{ij} = 0,5(1 + \hat{I}_N^{ij})^2(1 + \gamma_{ij}); \quad \beta_{ij} = \frac{1 + 0,7\hat{\alpha}_{ij}}{(1 + \hat{I}_N^{ij})^2} 10^{-3}\gamma_{ij}; \quad \gamma_{ij} = 0,5[1 + (1 + \alpha_{ij})^2].$$

**Варіант 19**

$$I_N^{ij}(t) = \hat{I}_N^{ij}[1 + \alpha_{ij}(t + 1)^2]; \quad I_D^{ij}(t) = \frac{(1 + \hat{I}_D^{ij})(1 + \hat{\alpha}_{ij}t)^2}{(1 + 10\hat{I}_N^{ij})^2};$$

$$I_T^{ij}(t) = 0,5\hat{I}_T^{ij}[1 + (1 - \beta_{ij}t^2)];$$

$$\alpha_{ij} = 0,5(\hat{I}_T^{ij} + \hat{I}_N^{ij})\hat{\alpha}_{ij}; \quad \beta_{ij} = \frac{0,5(1 + 10^{-2}\alpha_{ij})^2}{(\hat{I}_T^{ij})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{1 + \hat{\alpha}_{ij}^2\hat{I}_D^{ij}}{1 + \hat{I}_T^{ij}}.$$

**Варіант 20**

$$I_N^{ij}(t) = 10^{-2}\hat{I}_N^{ij}[1 + 2\alpha_{ij}(t + 1)^2]; \quad I_D^{ij}(t) = \frac{(1 + 0,5t\beta_{ij} + \gamma_{ij})^2}{(1 + \hat{I}_D^{ij})^2 + 2\hat{\alpha}_{ij}};$$

$$I_T^{ij}(t) = 1 - \frac{(1 - \beta_{ij}t^2)}{5\gamma_{ij} + 2\hat{I}_T^{ij}};$$

$$\alpha_{ij} = (1 + \hat{\alpha}_{ij}\hat{I}_N^{ij})(1 + \hat{I}_T^{ij}\hat{I}_D^{ij})^2; \quad \beta_{ij} = \frac{(1 - 0,5\alpha_{ij})^2}{(1 + \hat{I}_T^{ij})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{1 - e^{-\hat{I}_D^{ij}}\hat{\alpha}_{ij}}{(1 + \alpha_{ij})^2}.$$

6.6. Варіанти завдання

**Варіанти 21–25**

Таблиця 6.13. Фактори  $\Phi_j$  ризику, що впливають на перехід ситуації  $S_i \in S$  в нештатні ситуації

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$S_1$	+	+	+	+	+	–	–
$S_2$	+	+	+	–	–	+	+
$S_3$	+	–	+	+	+	+	+
$S_4$	+	–	+	+	–	–	–

Таблиця 6.14. Значення коефіцієнтів  $\hat{\alpha}_{ij}$  і показників  $\hat{I}_n^y$ ,  $\hat{I}_D^y$ ,  $\hat{I}_T^y$

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$\hat{\alpha}_{ij}$							
$S_1$	0,6	0,25	0,6	0,7	0,7	–	–
$S_2$	0,3	0,6	0,9	–	–	0,5	0,55
$S_3$	0,5	–	0,65	0,5	0,6	0,75	0,65
$S_4$	0,4	–	0,35	0,25	–	–	–
$\hat{I}_n^y$							
$S_1$	0,7	0,3	0,55	0,85	0,8	–	–
$S_2$	0,55	0,5	0,7	–	–	0,6	0,55
$S_3$	0,7	–	0,5	0,7	0,5	0,7	0,4
$S_4$	0,4	–	0,35	0,5	–	–	–
$\hat{I}_D^y$							
$S_1$	0,75	0,6	0,65	0,7	0,8	–	–
$S_2$	0,5	0,45	0,55	–	–	0,7	0,65
$S_3$	0,65	–	0,4	0,75	0,65	0,7	0,5
$S_4$	0,5	–	0,55	0,7	–	–	–
$\hat{I}_T^y$							
$S_1$	0,7	0,7	0,6	0,85	0,8	–	–
$S_2$	0,6	0,65	0,7	–	–	0,7	0,7
$S_3$	0,8	–	0,75	0,65	0,8	0,75	0,65
$S_4$	0,6	–	0,35	0,75	–	–	–

**Варіант 21**

$$I_n^y(t) = 10\hat{I}_n^y [\lg(1 + \alpha_{ij})(t + 1)^2]; \quad I_D^y(t) = \frac{(1 + 0,5\beta_{ij} + \gamma_{ij}t)^2}{(1 + \hat{I}_D^y)^2 + 0,4\alpha_{ij}};$$

$$I_T^y(t) = 0,05\hat{I}_T^y[(2 + 10^{-2}\alpha_{ij})(1 - 3\beta_{ij}t)];$$

$$\alpha_{ij} = 0,5(\hat{I}_T^{ij} + \hat{I}_H^{ij})\hat{\alpha}_{ij}; \quad \beta_{ij} = \frac{e^{\hat{I}_T^{ij}} 10^{-4}}{(1 + \hat{\alpha}_{ij})^2}; \quad \gamma_{ij} = 1,5e^{-0,5(\hat{I}_T^{ij} + \hat{I}_H^{ij})}\hat{\alpha}_{ij}.$$

**Варіант 22**

$$I_H^{ij}(t) = \hat{I}_H^{ij}(1 + \alpha_{ij}^2)t; \quad I_D^{ij}(t) = 10^{-2}\hat{I}_D^{ij}(3\alpha_{ij} + \gamma_{ij})(1 + t)^2;$$

$$I_T^{ij}(t) = \hat{I}_T^{ij}(1 - \beta_{ij}t);$$

$$\alpha_{ij} = \frac{\hat{\alpha}_{ij}^2 \hat{I}_H^{ij}}{1 + 0,05\hat{\alpha}_{ij}}; \quad \beta_{ij} = \frac{10^{-4}}{(\hat{I}_T^{ij} + 10^{-6})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{(1 + \hat{\alpha}_{ij}\hat{I}_D^{ij})^2}{10^2\beta_{ij} + 5(1 + \hat{\alpha}_{ij}^3)}.$$

**Варіант 23**

$$I_H^{ij}(t) = 10^{-2}\hat{I}_H^{ij}[1 + \alpha_{ij}(t + 1)^2]; \quad I_D^{ij}(t) = 10^{-1}\hat{I}_D^{ij}(1 + \gamma_{ij}(1 + t));$$

$$I_T^{ij}(t) = 10^{-1}\hat{I}_T^{ij}[1 + (1 - \beta_{ij}t^2)];$$

$$\alpha_{ij} = 0,5(1 + \hat{I}_H^{ij})^2(1 + \gamma_{ij}); \quad \beta_{ij} = \frac{1 + 0,7\hat{\alpha}_{ij}}{(1 + \hat{I}_H^{ij})^2}10^{-3}\gamma_{ij}; \quad \gamma_{ij} = 0,5[1 + (1 + \alpha_{ij})^2].$$

**Варіант 24**

$$I_H^{ij}(t) = \hat{I}_H^{ij}[1 + \alpha_{ij}(t + 1)^2]; \quad I_D^{ij}(t) = \frac{(1 + \hat{I}_D^{ij})(1 + \hat{\alpha}_{ij}t)^2}{(1 + 10\hat{I}_H^{ij})^2};$$

$$I_T^{ij}(t) = 0,5\hat{I}_T^{ij}[1 + (1 - \beta_{ij}t^2)];$$

$$\alpha_{ij} = 0,5(\hat{I}_T^{ij} + \hat{I}_H^{ij})\hat{\alpha}_{ij}; \quad \beta_{ij} = \frac{0,5(1 + 10^{-2}\alpha_{ij})^2}{(\hat{I}_T^{ij})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{1 + \hat{\alpha}_{ij}^2\hat{I}_D^{ij}}{1 + \hat{I}_T^{ij}}.$$

**Варіант 25**

$$I_H^{ij}(t) = 10^{-2}\hat{I}_H^{ij}[1 + 2\alpha_{ij}(t + 1)^2]; \quad I_D^{ij}(t) = \frac{(1 + 0,5t\beta_{ij} + \gamma_{ij})^2}{(1 + \hat{I}_D^{ij})^2 + 2\hat{\alpha}_{ij}};$$

$$I_T^{ij}(t) = 1 - \frac{(1 - \beta_{ij}t^2)}{5\gamma_{ij} + 2\hat{I}_T^{ij}};$$

$$\alpha_{ij} = (1 + \hat{\alpha}_{ij}\hat{I}_H^{ij})(1 + \hat{I}_T^{ij}\hat{I}_D^{ij})^2; \quad \beta_{ij} = \frac{(1 - 0,5\alpha_{ij})^2}{(1 + \hat{I}_T^{ij})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{1 - e^{-\hat{I}_D^{ij}}\hat{\alpha}_{ij}}{(1 + \alpha_{ij})^2}.$$

6.6. Варіанти завдання

**Варіанти 26–30**

Таблиця 6.15. Фактори  $\Phi_j$  ризику, які впливають на перехід ситуації  $S_i \in S$  в нештатні ситуації

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$S_1$	+	–	+	+	+	+	+
$S_2$	–	+	+	–	+	+	–
$S_3$	–	+	+	–	+	+	–
$S_4$	+	+	+	+	+	–	–

Таблиця 6.16. Значення коефіцієнтів  $\hat{\alpha}_{ij}$  і показників  $\hat{I}_n^y$ ,  $\hat{I}_D^y$ ,  $\hat{I}_T^y$

$S_i$	$\Phi_j$						
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$
$\hat{\alpha}_{ij}$							
$S_1$	0,3	–	0,3	0,45	0,7	0,4	0,7
$S_2$	–	0,4	0,3	–	0,6	0,5	–
$S_3$	–	0,35	0,4	–	0,5	0,7	–
$S_4$	0,3	0,25	0,4	0,55	0,5	–	–
$\hat{I}_n^y$							
$S_1$	0,6	–	0,6	0,5	0,8	0,4	0,5
$S_2$	–	0,7	0,5	–	0,3	0,6	–
$S_3$	–	0,5	0,4	–	0,3	0,8	–
$S_4$	0,5	0,5	0,4	0,65	0,3	–	–
$\hat{I}_D^y$							
$S_1$	0,7	–	0,7	0,4	0,75	0,45	0,6
$S_2$	–	0,4	0,75	–	0,45	0,3	–
$S_3$	–	0,3	0,55	–	0,45	0,8	–
$S_4$	0,8	0,3	0,65	0,4	0,65	–	–
$\hat{I}_T^y$							
$S_1$	0,45	–	0,5	0,5	0,8	0,5	0,7
$S_2$	–	0,7	0,6	–	0,6	0,4	–
$S_3$	–	0,6	0,7	–	0,4	0,3	–
$S_4$	0,5	0,7	0,8	0,6	0,3	–	–

**Варіант 26**

$$I_n^y(t) = \hat{I}_n^y [1 + \alpha_{ij}(t+1)^2]; \quad I_D^y(t) = \frac{(1 + \hat{I}_D^y)(1 + \hat{\alpha}_{ij}t)^2}{(1 + 10\hat{I}_n^y)^2};$$

$$I_T^y(t) = 0,5\hat{I}_T^y [1 + (1 - \beta_{ij}t^2)];$$

$$\alpha_{ij} = 0,5(\hat{I}_T^{ij} + \hat{I}_H^{ij})\hat{\alpha}_{ij}; \quad \beta_{ij} = \frac{0,5(1 + 10^{-2}\alpha_{ij})^2}{(\hat{I}_T^{ij})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{1 + \hat{\alpha}_{ij}^2 \hat{I}_D^{ij}}{1 + \hat{I}_T^{ij}}.$$

**Варіант 27**

$$I_H^{ij}(t) = 10^{-2} \hat{I}_H^{ij} [1 + 2\alpha_{ij}(t+1)^2]; \quad I_D^{ij}(t) = \frac{(1 + 0,5\beta_{ij} + \gamma_{ij}t)^2}{(1 + \hat{I}_D^{ij})^2 + 2\hat{\alpha}_{ij}};$$

$$I_T^{ij}(t) = 1 - \frac{(1 - \beta_{ij}t^2)}{5\gamma_{ij} + 2\hat{I}_T^{ij}};$$

$$\alpha_{ij} = (1 + \hat{\alpha}_{ij} \hat{I}_H^{ij})(1 + \hat{I}_T^{ij} \hat{I}_D^{ij})^2; \quad \beta_{ij} = \frac{(1 - 0,5\alpha_{ij})^2}{(1 + \hat{I}_T^{ij})^2(1 + \hat{\alpha}_{ij})}; \quad \gamma_{ij} = \frac{1 - e^{-\hat{I}_D^{ij}} \hat{\alpha}_{ij}}{(1 + \alpha_{ij})^2}.$$

**Варіант 28**

$$I_H^{ij} = \frac{0,8^{-t} \gamma_{ij}}{\alpha_{ij}} - \frac{0,8\gamma_{ij}}{\alpha_{ij}}; \quad I_D^{ij} = 0,025 \hat{I}_D^{ij} e^{0,5\alpha_{ij}} (t + 0,2)^2;$$

$$I_T^{ij} = 1 - 0,03\alpha_{ij} \hat{I}_T^{ij} (5t + \beta_{ij});$$

$$\alpha_{ij} = e^{-\hat{I}_H^{ij} + i_H^{ij}} \frac{\hat{\alpha}_{ij}^2}{1 + \hat{I}_D^{ij} \hat{\alpha}_{ij}}; \quad \beta_{ij} = \frac{\hat{I}_D^{ij} (\hat{I}_H^{ij} + \log(1 + \hat{\alpha}_{ij}))}{1 + e^{15\hat{I}_H^{ij}}}; \quad \gamma_{ij} = \hat{I}_T^{ij} \frac{e^{2\hat{\alpha}_{ij}}}{25(1 + \hat{I}_D^{ij 0,05})}.$$

**Варіант 29**

$$I_H^{ij}(t) = 1,5 \hat{I}_H^{ij} (1 + 0,4\alpha_{ij}t); \quad I_D^{ij}(t) = 1,16 \hat{I}_D^{ij} (1 + 12,6\gamma_{ij}t);$$

$$I_T^{ij}(t) = 1,75 \hat{I}_T^{ij} \left( 1 - 33\beta_{ij}t^{\frac{3}{2}} \right);$$

$$\alpha_{ij} = 0,25(\hat{I}_H^{ij} + \hat{I}_T^{ij})e^{\hat{\alpha}_{ij}}; \quad \beta_{ij} = 1,5 \cdot 10^{-5} \hat{I}_T^{ij} (\hat{\alpha}_{ij} + 10\alpha_{ij}); \quad \gamma_{ij} = 0,04\hat{\alpha}_{ij} e^{\hat{I}_D^{ij} + i_D^{ij}}.$$

**Варіант 30**

$$I_H^{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{\alpha_{ij}} (0,6^{-t} - 1); \quad I_D^{ij} = \hat{I}_D^{ij} e^{-0,5\alpha_{ij} t^2}; \quad I_T^{ij} = \frac{1}{2} \alpha_{ij} \hat{I}_T^{ij} (t + 0,1\beta_{ij});$$

$$\alpha_{ij} = e^{i_H^{ij} - \hat{I}_H^{ij}} \frac{\hat{\alpha}_{ij}}{\frac{1}{\hat{\alpha}_{ij}} + \hat{I}_D^{ij}}; \quad \beta_{ij} = 1 + \frac{\hat{I}_D^{ij} (\hat{I}_H^{ij} + \log(0,5 + \hat{\alpha}_{ij}))}{e^{i_H^{ij}}};$$

$$\gamma_{ij} = \hat{I}_T^{ij} \frac{e^{2\hat{\alpha}_{ij}}}{25(1 + \hat{I}_D^{ij 0,05})}.$$

## ГАРАНТОВАНЕ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ЗА УМОВ БАГАТОФАКТОРНИХ РИЗИКІВ

Найважливіші об'єктивні фактори, які слід враховувати під час формування стратегії системного забезпечення гарантованої безпеки складних систем — це принципово неусувні інформаційні та часові обмеження і низка суперечностей, зокрема між вимогою достовірності та обґрунтованості рішення і вимогою своєчасності його формування та реалізації. Суть зазначеної суперечності полягає в тому, що для підвищення достовірності та обґрунтованості рішення потрібно збільшувати час на його формування та обґрунтування, а для забезпечення своєчасності його реалізації за часового обмеження потрібно цей час зменшувати [11, 12, 19].

Водночас слід враховувати й суб'єктивні фактори, а саме: загальні психофізичні якості та здібності людини, знання, уміння, досвід, інтуїцію, схильність до ризику чи обережності, а також багато інших якостей ОПР. Ці фактори визначають як загальну специфіку дій за умов невизначеності, так і стратегію ОПР щодо досягнення суб'єктивно формованих інтересів і цілей за певних умов динаміки ситуацій ризику.

Аналіз позитивних і негативних результатів розроблення, виготовлення та експлуатації СТС, а також дій операторів у різних критичних і надзвичайних ситуаціях свідчить, що можна виявити певні загальні принципи раціональної стратегії дій ОПР. Коротко її суть полягає у *формуванні та реалізації раціонального рішення за практично прийнятний час у межах часового обмеження, яке неможливо усунути*. Отже, стратегію дій ОПР доцільно формувати на основі таких принципів [21]:

- ◆ раціональності та обґрунтованості рішень, своєчасності й оперативності дій;
- ◆ розумної обережності й раціонального ризику під час формування та реалізації рішень;
- ◆ раціональності рівнів повноти, достовірності і своєчасності інформаційного забезпечення в динаміці формування та обґрунтування рішень;
- ◆ раціонального компромісу між рівнем достовірності та обґрунтованості рішення і рівнем витрат часових та інших ресурсів на його формування та обґрунтування;
- ◆ раціонального використання в динаміці формування, реалізації і контролю рішень як інтуїції, досвіду та знань людини (експерта, системного аналітика, менеджера і (або) ОПР), так і обчислювальних, інтелектуальних можливостей комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень;



◆ раціонального використання можливостей інтерактивних та ітераційних режимів під час формування та обґрунтування рішень.

Головна мета сформульованих принципів — за наявності множини об'єктивних і суб'єктивних суперечностей на підставі раціонального використання наявних ресурсів та можливостей забезпечити формування і реалізацію раціонального компромісного рішення за умов *апріорно невідомого ліміту часу*. Найважливіша особливість і принципова відмінність цих принципів від типових принципів оптимального керування складними технічними системами у штатному режимі функціонування полягає в урахуванні якісно нових обмежень, а саме принципово неусувних інформаційних і часових. Особливо важливою є наявність порогового обмеження часу під час формування та реалізації рішення. У разі порушення цього обмеження можуть настати необоротні, катастрофічні наслідки — вибух об'єкта, загибель літака тощо.

Слід наголосити на іншій практично важливій відмінності — виборі принципу раціональності рішення замість типового принципу оптимальності. Такий вибір зумовлений як зазначеними обмеженнями, так і наявністю низки суперечностей, зокрема суперечності між вимогою достовірності та обґрунтованості рішення і вимогою своєчасності його формування та реалізації. Тут раціональність (від лат. *rationalis* — розумний) вважають за певний розумно обґрунтований компроміс у досягненні суперечних цілей на множині суперечних обмежень, де порогове обмеження часу абсолютно пріоритетне.

Такі принципи в загальній формі визначають доцільні підходи і напрями дій ОПР для забезпечення гарантованої безпеки СТС і припускають свободу дій за певних умов. Тому успіх реалізації стратегії в динаміці досліджуваної нештатної ситуації залежить як від певних умов та особливостей наявного стану, так і від знань, умінь, досвіду, інтуїції і багатьох інших інтелектуальних можливостей, психофізичних якостей ОПР. Слід особливо наголосити на практичній потребі раціонального спільного використання в динаміці нештатної ситуації й інтелектуальних можливостей людини, й обчислювальних та інтелектуальних можливостей комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень. Як свідчить досвід, в екстремальному стані ситуації ризику різко зростають кількість помилкових рішень ОПР та рівень збитку від їхньої реалізації. Звідси випливає, що для забезпечення гарантованої безпеки складних систем потрібно виключити реалізацію можливих помилкових рішень конкретної ОПР, які спричинять катастрофічні наслідки, зокрема і бездіяльність ОПР із катастрофічними наслідками. Такі завдання повинні й можуть розв'язувати інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень із використанням різних прийомів: від інформування ОПР про ситуації ризику до самостійного формування і реалізації рішення щодо запобігання катастрофічним наслідкам ситуації ризику.

## **7.1. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ І СТРАТЕГІЯ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ**

Системна стратегія гарантованої безпеки функціонування складних технічних систем базується на запропонованому принципі своєчасного визначення причин, оперативного запобігання переходу штатних ситуацій в не-

штатні, аварійні чи надзвичайні; виявлення факторів ризику, прогнозування головних показників живучості об'єкта протягом заданого періоду його експлуатації як основи забезпечення гарантованої безпеки в динаміці функціонування СТС, усунення причин можливого переходу працездатного стану об'єкта в непрацездатний на підставі системного аналізу багатofакторних ризиків нештатних ситуацій [8, 16, 21, 22, 26, 27, 40, 41].

*Штатний режим*  $R_{sd}$  — режим функціонування об'єкта, для якого  $\forall T_k \in T_{sd}^{\pm}$  всі показники  $Y_k, X_k, U_k, \Xi_k$  лежать в апіорно заданих інтервалах  $D_Y^{\pm}, D_X^{\pm}, D_U^{\pm}, \bar{D}_{\Xi}^{\pm}$ ,

$$\forall T_k \in T_{sd}^{\pm} \Rightarrow R_{sd} = \{(Y_k \in D_Y^{\pm}) \wedge (X_k \in D_X^{\pm}) \wedge (U_k \in D_U^{\pm}) \wedge (\Xi_k \in \bar{D}_{\Xi}^{\pm})\};$$

$$T_{sd}^{\pm} = \{t \mid t_{sd}^- \leq t \leq t_{sd}^+\}, \quad T_{sd}^{\pm} \in T^{\pm};$$

$$D_Y^{\pm} = (D_i^{\pm} \mid i = \overline{1, m}), \quad D_i^{\pm} = (\dot{Y}_i \mid \dot{Y}_i^- < \dot{Y}_i < \dot{Y}_i^+, i \in \overline{1, m});$$

$$D_X^{\pm} = (D_j^{\pm} \mid j = \overline{1, n}), \quad D_j^{\pm} = (\dot{X}_j \mid \dot{X}_j^- < \dot{X}_j < \dot{X}_j^+, j \in \overline{1, n});$$

$$D_U^{\pm} = (D_q^{\pm} \mid q = \overline{1, Q}), \quad D_q^{\pm} = (U_q \mid \dot{U}_q^- < \dot{U}_q < \dot{U}_q^+, q \in \overline{1, Q});$$

$$\bar{D}_{\Xi}^{\pm} = (\bar{D}_p^{\pm} \mid p = \overline{1, P}), \quad \bar{D}_p^{\pm} = (\dot{\Xi}_p \mid \dot{\Xi}_p^- < M \dot{\Xi}_p < \dot{\Xi}_p^+, p \in \overline{1, P}).$$

*Нештатний режим*  $R_{os}$  — режим функціонування об'єкта, для якого  $\forall T_k \in T_{os}^{\pm}$  окремі показники або деякі поєднання показників, або всі показники  $Y_k, X_k, U_k, \Xi_k$  не лежать в апіорно заданих інтервалах  $D_Y^{\pm}, D_X^{\pm}, D_U^{\pm}, \bar{D}_{\Xi}^{\pm}$ . У загальному випадку режим  $R_{os}$  описують за допомогою співвідношень

$$\forall T_k \in T_{os}^{\pm} \Rightarrow R_{os} = A_1 \vee A_2 \vee A_3 \vee A_4 \vee A_5 \vee \dots \vee A_N;$$

$$T_{os}^{\pm} = \{t \mid t_{os}^- \leq t \leq t_{os}^+\}, \quad T_{os}^{\pm} \in T^{\pm};$$

$$A_1 = \{(Y_k \notin D_Y^{\pm}) \wedge [(X_k \in D_X^{\pm}) \wedge (U_k \in D_U^{\pm}) \wedge (\Xi_k \in \bar{D}_{\Xi}^{\pm})]\};$$

$$A_2 = \{(X_k \notin D_X^{\pm}) \wedge [(Y_k \in D_Y^{\pm}) \wedge (U_k \in D_U^{\pm}) \wedge (\Xi_k \in \bar{D}_{\Xi}^{\pm})]\};$$

$$A_3 = \{(U_k \notin D_U^{\pm}) \wedge [(Y_k \in D_Y^{\pm}) \wedge (X_k \in D_X^{\pm}) \wedge (\Xi_k \in \bar{D}_{\Xi}^{\pm})]\};$$

$$A_4 = \{(\Xi_k \notin \bar{D}_{\Xi}^{\pm}) \wedge [(Y_k \in D_Y^{\pm}) \wedge (X_k \in D_X^{\pm}) \wedge (U_k \in D_U^{\pm})]\};$$

$$A_5 = \{[(Y_k \notin D_Y^{\pm}) \wedge (X_k \notin D_X^{\pm})] \wedge [(U_k \in D_U^{\pm}) \wedge (\Xi_k \in \bar{D}_{\Xi}^{\pm})]\};$$

... ..

$$A_N = \{(X_k \notin D_X^{\pm}) \wedge (Y_k \notin D_Y^{\pm}) \wedge (U_k \notin D_U^{\pm}) \wedge (\Xi_k \notin \bar{D}_{\Xi}^{\pm})\}.$$

*Перехідний режим*  $\hat{R}_r$  — некерований режим функціонування, який зумовлений впливом множини  $\hat{M}_r$  факторів ризику  $\rho_k, k \in \tilde{K}^-$  й упродовж пе-

ріоду часу  $\widehat{T}_{ir}^{\pm} \in T^{\pm}$  призводить до переходу штатного режиму  $R_{sd}$  у нештатний  $R_{os}$ . Режим  $\widehat{R}_{ir}^{-}$  визначають за допомогою співвідношень

$$\begin{aligned} \widehat{R}_{ir}^{-} &: R_{sd} \xrightarrow{\widehat{M}_{ir}} R_{os}; \\ \forall T \in \widehat{T}_{ir}^{\pm} &\Rightarrow R_{ir}^{-} = R_{ir}^b \vee \widetilde{R}_{ir} \vee R_{ir}^e; T = \{t \mid t \in T^{\pm}\}; \widehat{T}_{ir}^{\pm} = \{t \mid \widehat{t}_{ir}^{-} < t < \widehat{t}_{ir}^{+}\}; \\ \widehat{R}_{ir}^b &= \{(\exists! T = T_{ir}^{-} = \widetilde{T}_{sd}^{+}) \wedge (\exists! E_T = E_{ir}^{-} = \widetilde{E}_{sd}^{+}) \wedge (\exists! \mu_{R_{ir}}(E_T) = \mu_{R_{sd}}(E_T) = 1)\}; \\ E_T &= E[T]; E_{ir}^{-} = E[\widehat{T}_{ir}^{-}], \widetilde{E}_{sd}^{+} = E[\widetilde{T}_{sd}^{+}]; \\ \widehat{T}_{ir}^{-} &= \{t \mid t = \widehat{t}_{ir}^{-}\}, \widetilde{T}_{sd}^{+} = \{t \mid t = \widehat{t}_{sd}^{+} \leq t_{sd}^{+} \in T^{\pm}\}; \\ \widetilde{R}_{ir} &= \{(\forall T \in \widehat{T}_{ir}^{\pm} \Rightarrow \\ &\Rightarrow (\widetilde{E}_{ir}[T] = (E_T, \mu_{R_{sd}}(E_T)) \cup (E_T, \mu_{R_{os}}(E_T))) \wedge (\mu_{R_{sd}}(E_T) + \mu_{R_{os}}(E_T) = 1)\}; \\ R_{ir}^e &= \{(\exists! T = \widehat{T}_{ir}^{+}) \wedge (\exists! E_T = \widehat{E}_{ir}^{+} = \widehat{E}_{os}^{+}) \wedge (\exists! \mu_{R_{ir}}(E_T) = \mu_{R_{os}}(E_T) = 1)\}; \\ \widehat{E}_{os}^{+} &= E[\widehat{T}_{ir}^{+}], \widehat{T}_{ir}^{+} = \{t \mid t = \widehat{t}_{ir}^{+}\}. \end{aligned}$$

Перехідний режим  $\widetilde{R}_{ir}^{+}$  — керований режим функціонування, зумовлений керувальним впливом  $U_{ir}$  системи керування безпекою і упродовж періоду  $\widetilde{T}_{ir}^{\pm}$  призводить до переходу нештатного режиму  $R_{os}$  у штатний  $R_{sd}$ . Режим  $\widetilde{R}_{ir}^{+}$  визначають за допомогою співвідношень

$$\begin{aligned} \widetilde{R}_{ir}^{+} &: R_{os} \xrightarrow{U_{ir}} R_{sd}; \\ \forall T \in \widetilde{T}_{ir}^{\pm} &\Rightarrow \widetilde{R}_{ir}^{+} = \widetilde{R}_{ir}^b \vee \widetilde{R}_{ir} \vee \widetilde{R}_{ir}^e; T = \{t \mid t \in T^{\pm}\}; \widetilde{T}_{ir}^{\pm} = \{t \mid \widetilde{t}_{ir}^{-} < t < \widetilde{t}_{ir}^{+}\}; \\ \widetilde{R}_{ir}^b &= \{(\exists! T = \widetilde{T}_{ir}^{-} = \widetilde{T}_{sd}^{+}) \wedge (\exists! E_T = \widetilde{E}_{ir}^{-} = \widetilde{E}_{sd}^{+}) \wedge (\exists! \mu_{R_{ir}}(E_T) = \mu_{R_{os}}(E_T) = 1)\}; \\ E_T &= E[T]; \widetilde{E}_{ir}^{-} = E[\widetilde{T}_{ir}^{-}] = \widetilde{E}_{os}^{+}[\widetilde{T}_{ir}^{+}]; \\ \widetilde{T}_{ir}^{-} &= \{t \mid t = \widetilde{t}_{ir}^{-} = \widetilde{t}_{ir}^{+}\}, \widetilde{T}_{sd}^{+} = \{t \mid t = \widetilde{t}_{sd}^{+} \leq t_{sd}^{+}\}; \\ \widetilde{R}_{ir} &= \{(\forall T \in \widetilde{T}_{ir}^{\pm} \Rightarrow \\ &\Rightarrow (\widetilde{E}_{ir}[T] = (E_T, \mu_{R_{sd}}(E_T)) \vee (E_T, \mu_{R_{os}}(E_T))) \wedge (\mu_{R_{sd}}(E_T) + \mu_{R_{os}}(E_T) = 1)\}; \\ R_{ir}^e &= \{(\exists! T = \widetilde{T}_{ir}^{+} = \widetilde{T}_{sd}^{-}) \wedge (\exists! E_T = \widetilde{E}_{sd}^{-}) \wedge (\exists! \mu_{R_{ir}}(E_T) = \mu_{R_{sd}}(E_T) = 1)\}; \\ \widetilde{E}_{sd}^{-} &= E[\widetilde{T}_{ir}^{+}] = E[\widetilde{T}_{sd}^{-}]; \\ \widetilde{T}_{ir}^{+} &= \{t \mid t = \widetilde{t}_{ir}^{+} = \widetilde{t}_{sd}^{-}\}. \end{aligned}$$

Нештатна ситуація  $S_{os}$  — нештатний режим функціонування, за якого окремі показники якості системи або показники зовнішнього середовища лежать поза інтервалами штатного режиму в таких межах, що немає загрози аварії або катастрофи.

*Критична ситуація*  $S_{cs}$  — нештатний режим функціонування, за якого показники якості системи або показники зовнішнього середовища лежать поза інтервалами штатного режиму в таких межах, що виникає реальна загроза аварії або катастрофи.

*Надзвичайна ситуація*  $S_{es}$  — нештатний режим функціонування, за якого показники якості системи або показники зовнішнього середовища лежать поза інтервалами штатного режиму в таких межах, що майже неминуче трапляється аварія або катастрофа.

*Аварійна ситуація*  $S_{as}$  — нештатний режим функціонування, за якого технічна система переходить із працездатного стану в такий непрацездатний, аварійний стан, що для переходу у вихідний стан необхідно виконати ремонт.

*Аварія* — кінцевий результат аварійної ситуації.

*Катастрофічна ситуація*  $S_{ds}$  — нештатний режим функціонування, за якого технічна система переходить із працездатного стану в такий непрацездатний, катастрофічний стан, що перехід у працездатний стан принципово виключений.

*Катастрофа* — кінцевий результат катастрофічної ситуації.

*Керування безпекою* — спеціальний вид керування складною системою, реалізований у динаміці функціонування складної системи у вигляді комплексу рішень і дій для забезпечення її живучості та запобігання критичним і надзвичайним ситуаціям, аваріям і катастрофам.

*Живучість* — властивість складної системи, що полягає в її здатності зберігати штатний режим функціонування і виключати можливість аварії або катастрофи за прогнозованих і непередбачених умов впливу дестабілізуючих, неруйнівних факторів ризику.

*Працездатність* — властивість складної системи, що полягає в її здатності виконувати у штатному режимі покладені функції із заданими показниками якості та ефективності.

Враховується, що ризики створюються багатьма різноманітними внутрішніми і зовнішніми причинами і факторами, тому механізми їх впливів на СТС є багатофакторними.

Загальний задум стратегії — забезпечити гарантовану безпеку складних систем завдяки узгодженій інженерній діяльності на всіх етапах життєвого циклу виробу: від формування ідеї та концепції виробу до етапу його утилізації [43, 45, 47, 50].

**Основна ідея стратегії** — за реальних умов забезпечити функціонування складної системи, своєчасне і достовірне визначення, оцінювання факторів ризику, прогнозування їх розвитку протягом визначеного періоду експлуатації, оцінювання ресурсу допустимого ризику і, на основі цього, здійснення своєчасної ліквідації причин виникнення нештатних ситуацій до появи відмов та інших небажаних наслідків.

Реалізація стратегії формується на основі наступних принципів [8]:

- системна узгодженість цілей, задач, ресурсів і очікуваних результатів через заходи забезпечення безпеки функціонування складної системи;
- своєчасне визначення, гарантоване розпізнавання і системна діагностика факторів і ситуацій ризиків;

- оперативне прогнозування, достовірна оцінка нештатних і критичних ситуацій;
- формування і реалізація раціонального рішення за практично прийнятний час у рамках неусувного часового обмеження.

Будемо розглядати поняття безпеки системи як здатності своєчасно запобігати переходу із штатного режиму системи в аварію чи катастрофу на основі своєчасного виявлення факторів суттєвих ризиків і усунення можливості їх перетворення в фактори катастрофічного ризику. Безпека характеризується наступними показниками: ступенем ризику  $\eta_i$  і рівнем ризику  $W_i$ ; ресурсом допустимого ризику нештатного режиму  $T_{ar}$ ; ресурсом допустимого ризику аварії  $T_{as}$  чи катастрофи  $T_{ds}$  [28].

*Ступінь ризику  $\eta_i$*  — імовірність появи небажаних наслідків впливу будь-яких факторів ризику в будь-який момент часу  $T_i \in T^\pm$  у процесі функціонування складної системи.

*Рівень ризику  $W_i$*  — розмір збитку від небажаних наслідків впливу будь-яких факторів ризику в будь-який момент часу  $T_i \in T^\pm$  у процесі функціонування складної системи.

*Ресурс допустимого ризику  $T_o$*  — тривалість періоду функціонування складної системи у певному режимі, упродовж якого ступінь та рівень ризику внаслідок можливого впливу факторів ризику не перевищують апріорно заданих допустимих значень.

*Ресурс допустимого ризику нештатної ситуації  $T_{os}$*  — тривалість періоду функціонування складної системи у штатному режимі, упродовж якого ступінь та рівень ризику нештатної ситуації не перевищують апріорно заданих значень.

*Ресурс допустимого ризику критичної ситуації  $T_{cs}$*  — тривалість періоду функціонування складної системи у штатному режимі, упродовж якого ступінь та рівень ризику критичної ситуації не перевищують апріорно заданих значень.

*Ресурс допустимого ризику надзвичайної ситуації  $T_{es}$*  — тривалість часу функціонування складної системи у штатному режимі, упродовж якого ступінь ризику та рівень ризику надзвичайної ситуації не перевищують апріорно заданих значень.

*Ресурс допустимого ризику аварійної ситуації  $T_{as}$*  — тривалість періоду функціонування складної системи у штатному режимі, упродовж якого ступінь та рівень ризику аварійної ситуації не перевищують апріорно заданих значень.

*Ресурс допустимого ризику катастрофічної ситуації  $T_{ds}$*  — тривалість періоду функціонування складної системи у штатному режимі, упродовж якого ступінь та рівень ризику катастрофічної ситуації не перевищують апріорно заданих значень.

*Ресурс допустимого ризику нештатного режиму  $T_{ar}$*  — тривалість періоду функціонування складної системи у штатному режимі, упродовж якого ступінь та рівень ризику критичних, надзвичайних, аварійних і катастрофічних ситуацій не перевищують апріорно заданих значень.

Кількісні значення показників безпеки визначають на основі розв'язку загальної задачі аналізу багатофакторних ризиків [53].

Структурну схему алгоритму управління безпекою в нештатних ситуаціях наведено на рис. 7.1. У цій схемі блоки 2, 3, 5 реалізують процедури діагносту-

## 7.1. Основні принципи розв'язування задачі і стратегія її реалізації

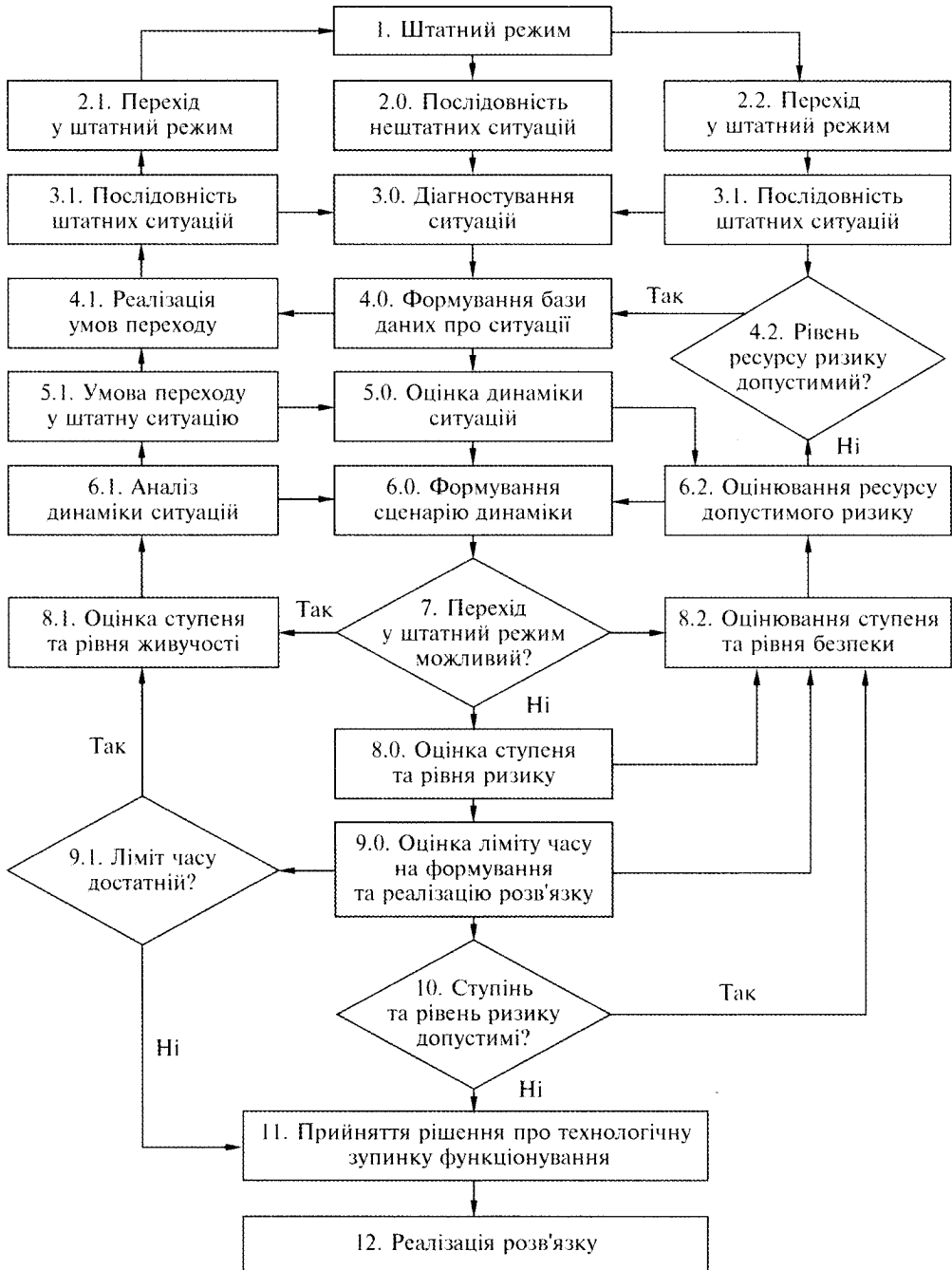


Рис. 7.1. Структурна схема алгоритму управління безпекою складних об'єктів у нештатних ситуаціях

вання й оцінювання нештатних ситуацій у процесі переходу штатного режиму функціонування складної системи в послідовність нештатних ситуацій. З використанням результатів цих процедур виконується формування бази даних і сценарію виникнення послідовності нештатних ситуацій (блоки 4 та 6). Отримана інформація використовується для прийняття рішень про наступні дії (блок 7). У цьому блоці визначається можливість переходу складного об'єкта з нештатних ситуацій у штатний режим функціонування.

Аналізуються три варіанти: перехід можливий (варіант 1); перехід неможливий (варіант 2); інформації про нештатні ситуації недостатньо для прийняття рішення (варіант 3). Якщо перехід у штатний режим можливий, то виконується процедура оцінювання ступеня і рівня живучості об'єкта (блок 8.1). Якщо перехід у штатний режим неможливий, то виконується процедура оцінювання ступеня і рівня ризику послідовності нештатних ситуацій для об'єкта (блок 8.0). Якщо інформації про нештатні ситуації недостатньо для прийняття рішень про можливий чи неможливий перехід у штатний режим, то виконується процедура оцінювання ступеня і рівня ризику безпеки об'єкта (блок 8.2).

Наступні дії системи управління в умовах нештатних ситуацій орієнтовані на виключення можливості аварії чи катастрофи. У варіанті 1 вживаються заходи для переходу нештатних ситуацій у штатний режим на основі послідовного виконання процедур, що визначені блоками від 9.1 до 2.1. У варіанті 2 вживаються заходи для оцінки ступеня і рівня ризику, граничного значення часу на формування і реалізацію рішення про технологічну зупинку функціонування об'єкта на основі послідовного виконання процедур, що визначені блоками 9.0; 10—12. У варіанті 3 вживаються заходи для оцінювання ступеня і рівня безпеки, ресурсу допустимого ризику, граничного часу на формування і реалізацію рішення про технологічну зупинку функціонування об'єкта на основі послідовного виконання процедур, визначених блоками від 9.0; 8.2 до 4.2. Всі варіанти орієнтовані на запобігання аварії до моменту  $T_{cr}$ .

Основною реалізації стратегії системного управління працездатністю і безпекою СТС є розробка блоку діагностування у вигляді інформаційної платформи технічної діагностики функціонування СТС.

## **7.2. ІНФОРМАЦІЙНА ПЛАТФОРМА ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТС**

Розробка блоку діагностування, що складає основу алгоритму управління безпекою складних об'єктів в нештатних ситуаціях, реалізується у вигляді інформаційної платформи технічної діагностики (ІПТД) функціонування СТС (рис. 7.2) [21, 43].

Інформаційна платформа технічної діагностики функціонування СТС містить наступні модулі:

### **1. Отримання вихідної інформації в процесі функціонування СТС:**

- отримання в реальному режимі часу показників датчиків (рис. 7.3) об'ємом  $N_{01}$  і  $N_{02}$  вибірок, де  $N_{01}(N_{01} \gg 200)$  — загальний розмір вибірки в процесі функціонування СТС у реальному часі;  $N_{02}(N_{02} \ll N_{01}; N_{02} = 40 \div 70)$  — роз-

## 7.2. Інформаційна платформа технічної діагностики функціонування СТС

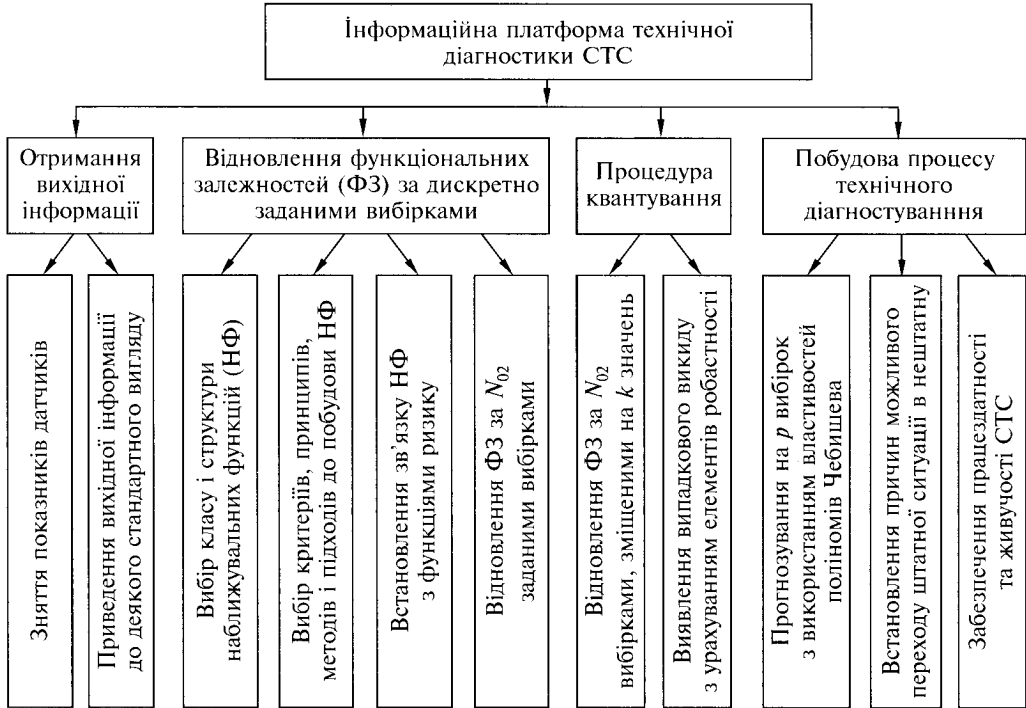


Рис. 7.2. Структурна схема інформаційної платформи технічної діагностики СТС

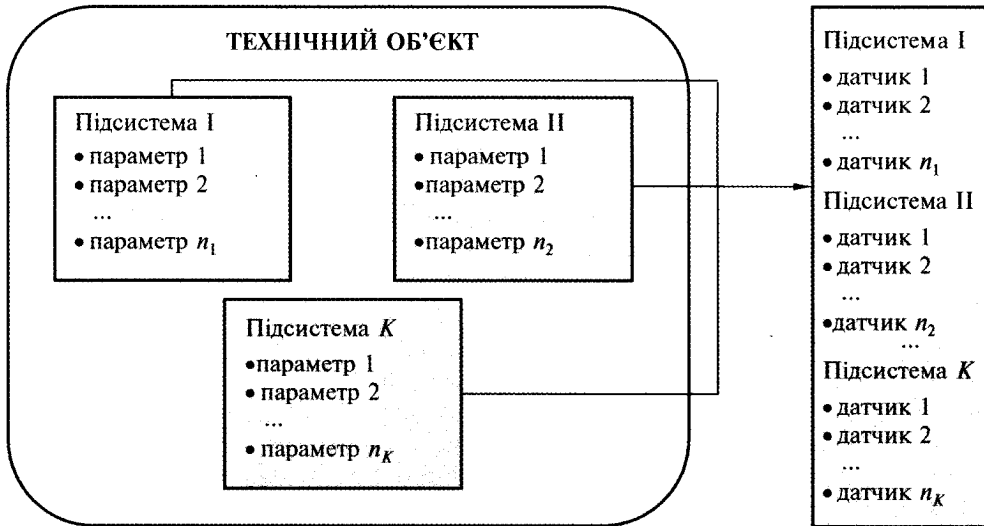


Рис. 7.3. Схема структури технічного об'єкта



мір базової вибірки, необхідний для відновлення функціональних залежностей (ФЗ). Приведення вихідної інформації до стандартного вигляду, який забезпечує можливість формування функціональних залежностей. З урахуванням запропонованої методології за базові апроксимувальні функції обрано поліноми Чебишева, що зумовлюють нормування всієї вихідної інформації до відрізка  $[0, 1]$ .

**2. Відновлення ФЗ і виявлення закономірностей за емпіричними дискретно заданими вибірками**, що включає в себе наступну послідовність взаємопов'язаних задач (див. розділи 2 та 3) [9, 13, 14]:

- формування функцій наближення у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей;
- вибір класу і структури функцій наближення при формуванні функціональних залежностей;
- вибір критеріїв, принципів, підходів і методів побудови функцій наближення;
- відновлення зв'язків відновлених функцій наближення з функціями ризику;
- відновлення функціональних залежностей за допомогою заданих вибірок розміром  $N_{02}$ .

**3. Процедура квантування вихідних змінних:**

- відновлення функціональних залежностей за допомогою вибірок розміром  $N_{02}$ , що зміщені на  $k$  ( $k = 1 \div 15$ ) значень;
- виявлення випадкових збоїв з урахуванням елементів робастності для забезпечення мінімізації рівня залежності від похибки вимірювання змінних:

$$x_j, j = \overline{1, n}; y_i, i = \overline{1, m} \text{ (процедура «сходінка»)}.$$

ІПТД орієнтується на своєчасне виявлення нештатних, критичних і надзвичайних ситуацій техногенно та екологічно небезпечних об'єктів завдяки виявленню ознак відхилення від штатного режиму за малою вибіркою. При цьому вимагається, щоб ІПТД відрізняв випадковий вибір виміру від дії крайнього механізму нештатної ситуації. Для цього необхідно використовувати якісні залежності між вимірюваними показниками. Наприклад, з фізичних процесів відомо, що із збільшенням  $x_1$  одночасно мають збільшуватися значення  $x_2, x_3, y_1, y_2$ . Разом з цим, результати вимірювань показують, що значення  $x_1$  збільшилися стрибком, а перераховані змінні змінилися випадковим чином ( $x_2 \uparrow, x_3 \downarrow, y_1 \uparrow, y_2 \downarrow$ ) на деяку незначну величину, яка непропорційна величині  $x_1$ . Таким чином,  $x_1$  — випадковий «викид». Інша ситуація — одночасно зі збільшенням  $x_1$  відбувається збільшення інших параметрів. Чи є дана ситуація явищем, що вказує на неможливість переходу штатного режиму в нештатну ситуацію? Знову однозначної відповіді отримати не можна, необхідно провести аналіз більш широкого, загального взаємозв'язку факторів. Наприклад, усі датчики є електричними і синхронна зміна їх показників може бути обумовлена зміною напруги електричної мережі. Звідси виникає задача зіставлення статистичних характеристик зміщених вибірок, а також вибірки за тривалий час функціонування.

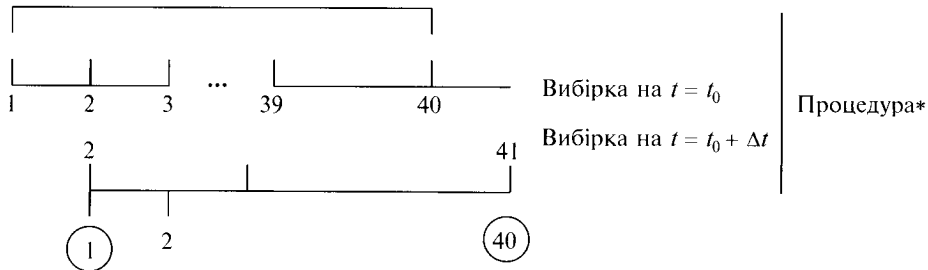


Рис. 7.4. Схема на момент вибірки  $t = t_0$ ,  $N_{02} = 40$  і  $t = t_0 + \Delta t$ ,  $N_{02} + N_2 = 41$

Необхідно також звернути увагу на суттєву відмінність похибки вимірів різних показників. Саме тому виникають задачі:

- 1) обчислення статистик кожної випадкової вибірки;
- 2) знаходження оцінок вимірюваних параметрів;
- 3) виявлення закономірностей кореляційного взаємозв'язку статистично залежних показників.

Мета розв'язання даних задач — зменшити вплив похибки вимірювання різноманітних параметрів на достовірність розв'язку, що формується.

Реалізація процедури квантування вихідних змінних виконується наступним чином:

1. В якості базової еталонної статистики за кожною змінною  $x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m$  приймаються статистики випадкової вибірки за цими змінними об'ємом  $N_{01} \geq 200$ .

2. В якості базової динамічної статистики за тими ж змінними приймаються статистики вибірки динаміки функціонування об'єкта за останні  $N_{02}$  вимірів. Тому при черговому вимірі  $N_{02} + N_2$  повинна проводитися процедура відкидання першого виміру вихідної вибірки і перенумерація вимірів. Схему на момент вибірки  $t = t_0$ ,  $N_{02} = 40$  і  $t = t_0 + \Delta t$ ,  $N_{02} + N_2 = 41$  наведено на рис. 7.4.

3. В якості поточних динамічних статистик приймаються статистики вибірок об'ємом  $N_{02}$  з виконанням процедури (\*).

4. В якості зміщених динамічних статистик приймаються статистики вибірок об'ємом  $N_{02} + N_2$ , що зміщені відносно статистик вибірок об'ємом  $N_{02}$  на величину  $N_2$ .

5. Процедури квантування вихідних змінних. Мета таких процедур — підготовка інформації для розв'язку двох задач: 1) забезпечення зіставлення даних статистичної обробки і фізичних закономірностей; 2) забезпечення меншого рівня залежності від похибки вимірювання змінних  $x_j, j = \overline{1, n}; y_i, i = \overline{1, m}$ .

5.1. Процедура побудови ступінчастої функції:

$$Z_{1j} = \sum_{i=1}^{M_1} d_{ji} U(\tilde{x}); \quad U(\tilde{x}) = \begin{cases} 0, & \tilde{x} < 0; \\ 1, & \tilde{x} \geq 0; \end{cases}$$

$$\tilde{x} = x_j - x_j^0;$$

$$x_l^0 = 0,1 \cdot l; \quad l = \overline{1,10}; \quad M_1 = 10;$$

$$d_{jl} = \begin{cases} 0,15 & \text{при } l = 1; \\ 0,1 & \text{при } l = \overline{2,9}; \\ 1 & \text{при } l = 10. \end{cases}$$

5.2. Процедура побудови ступінчастої функції другого рівня:

$$Z_{2j} = \sum_{p=1}^{M_2} d_{jp} U(\tilde{x}); \quad M_2 = 10;$$

$$x_p^0 = \begin{cases} 0,5 & \text{при } p = 1; \\ 0,1 & \text{при } p = \overline{2,9}; \\ 1,15 & \text{при } p = 10; \end{cases} \quad d_{jl} = \begin{cases} 0,1 & \text{при } p = \overline{1,9}; \\ 1 & \text{при } p = 10. \end{cases}$$

#### 4. Побудова процесу технічного діагностування:

- прогнозування функціональних залежностей на  $p$  вибірок із використанням властивостей поліномів Чебишева;
- виявлення причин можливого переходу штатної ситуації в нештатну;
- забезпечення живучості і працездатності СТС.

Моделі прогнозування нестационарних процесів будують на основі вихідної вибірки часового ряду для інтервалу  $D_0$  базової моделі динаміки процесів в адитивному вигляді:

$$\Phi_i(x_1, x_2, x_3) = c_{i_1} \Phi_{i_1}(x_1) + c_{i_2} \Phi_{i_2}(x_2) + c_{i_3} \Phi_{i_3}(x_3), \quad i = \overline{1, m}; \quad (7.1)$$

$$\Phi_{i_1}(x_1) = \sum_{j_1=1}^{n_1} a_{j_1}^{(1)} \Psi_{1j_1}(x_{1j_1});$$

$$\Phi_{i_2}(x_2) = \sum_{j_2=1}^{n_2} a_{j_2}^{(2)} \Psi_{2j_2}(x_{2j_2});$$

$$\Phi_{i_3}(x_3) = \sum_{j_3=1}^{n_3} a_{j_3}^{(3)} \Psi_{3j_3}(x_{3j_3}); \quad (7.2)$$

$$\Psi_{s j_s}(x_{j_s}) = \sum_{p=0}^{P_{j_s}} \lambda_{j_s p} \varphi_{j_s p}(x_{j_s}), \quad s = 1, 2, 3; \quad (7.3)$$

або у мультиплікативному вигляді:

$$[1 + \Phi_i(x)] = \prod_{s=1}^{S_0} [1 + \Phi_{is}(x_s)]^{c_{is}}; \quad [1 + \Phi_{is}(x_s)] = \prod_{j_s=1}^{n_s} [1 + \Psi_{s j_s}(x_{j_s})]^{a_{j_s}^s}. \quad (7.4)$$

Моделі прогнозування нестационарних процесів будують на основі вихідної вибірки часового ряду для вихідного інтервалу  $D_0$  і базової моделі динаміки процесів (7.1)–(7.3) або (7.4). Для цього використовується відома властивість поліномів Чебишева — забезпечувати рівномірне наближення функ-

цій на інтервалі  $[0, 1]$ . Ідея підходу полягає в наступному. Нормування вихідних даних виконується для інтервалу  $D_0 = \{t \mid t_0^- \leq t \leq t_0^+\}$ ,  $D = D_0 \cup D_0^+$ , який включає вихідний інтервал спостереження  $D_0 = \{t \mid t_0^- \leq t \leq t_0^+\}$  та інтервал прогнозування  $D_0^+ \{t \mid t_0^+ < t \leq t^+\}$ . Далі, за вихідними даними, для визначення моделі динаміки процесів у формі відновлених функцій наближення в адитивному (7.1—7.3) чи мультиплікативному (7.4) вигляді формується (для інтервалу  $D_0$ ) система рівнянь

$$0,5a_{0_1} + \sum_{n=n_1}^N a_n T_n^*(\tau_{k_1}) - \bar{y}_{k_1} = 0; \quad k_1 = \overline{1, K_0}; \quad (7.5)$$

$$\bar{y}_{k_1} = y(\tau_{k_1}), \quad \tau_{k_1} \in [0, \tau_{k_1}^+]; \quad \tau_{k_1}^+ = \frac{t_k^+ - t_0^-}{t^+ - t^-} < 1; \quad t_k \in D_{K_0}, \quad D_{K_0} \subset D_0.$$

Модель динаміки процесу в інтервалі спостереження  $D_0$  визначається як результат розв'язку системи (7.5) і описується відношенням

$$\Phi_1(\tau_1) = 0,5a_0^0 + \sum_{n=n_1}^N a_n^0 T_n^*(\tau_1); \quad \tau_1 \in D_0. \quad (7.6)$$

Модель прогнозу динаміки процесу визначається на основі екстраполяції функції (7.6) на інтервал  $D_0^+$  і описується наступною формулою:

$$\Phi_2(\tau_2) = 0,5a_0^0 + \sum_{n=n_1}^N a_n^0 T_n^*(\tau_2); \quad \tau_2 \in D_0^+. \quad (7.7)$$

Модель динаміки процесу в межах заданого інтервалу  $D = D_0 \cup D_0^+$  на основі (7.6) і (7.7) описується наступним виразом:

$$\Phi_0(\tau) = \begin{cases} \Phi_1(\tau_1) & \text{при } \tau_1 \in D_0; \\ \Phi_2(\tau_2) & \text{при } \tau_2 \in D_0^+. \end{cases}$$

Моделі для довгострокового і короткострокового прогнозів відрізняються як відношенням інтервалів тривалості спостереження і прогнозу, так і порядком поліномів Чебишева, що використовуються в моделі.

### ***Встановлення причин можливого переходу штатної ситуації в нештатну***

**Штатний режим** функціонування досліджуваного об'єкта будемо описувати системою моделей функціонування СТС за наступних припущень і тверджень.

1. Кожен етап функціонування СТС характеризується тривалістю, початковим і кінцевим значенням кожного показника  $y_i$ , що визначаються відповідно в момент початку і момент закінчення етапу. Зміни  $y_i$  в межах етапу визначаються відповідною моделлю.

2. Усі показники  $y_i$  є динамічно синхронними і синфазними в тому сенсі, що під дією факторів ризику вони одночасно, без часової затримки, збільшуються чи зменшуються.

3. Керувальна дія  $U = (U_j = \overline{1, m})$  є безінерційною, тобто відсутня часова затримка між дією керування і реакцією об'єкта на керування.

4. Фактори ризику  $\rho_{q_k}^\tau \mid q_k = \overline{1, n_k^\tau}$  змінюють величину впливу на об'єкт у часі, зі збільшенням часу впливу ризик зростає чи зменшується.

5. Керувальна дія може сповільнити вплив факторів ризику чи припинити їх негативний вплив на об'єкт за умови, що темпи керувальної дії перевищують темпи росту дії факторів ризику. Припинення негативного впливу факторів ризику забезпечується за умови, що рішення прийнято і реалізовано до настання  $T_{cr}$ . Тут  $T_{cr}$  — критичний момент часу, за настання якого дія факторів ризику призводить до негативних наслідків (аварій чи катастроф).

### ***Забезпечення працездатності та живучості СТС***

При дослідженні нештатного режиму введемо додатково припущення відносно формування моделі та умов розпізнавання нештатної ситуації [22, 25, 26, 28—32].

6. Фактори ризику  $\rho_{q_k}^\tau \mid q_k = \overline{1, n_k^\tau}$  є незалежними і змінюються в часі за випадковим законом, розподіл якого є апіорно невідомим.

7. Фактори ризику можуть впливати одночасно на декілька чи на всі показники  $y_i$ . Ситуація впливу факторів ризику буде нештатною, якщо хоча би два показники  $y_i$  одночасно, без керувальної дії, синхронно і синфазно змінять свої значення протягом декількох вимірів (у часі).

8. Вплив факторів ризику будемо враховувати як відносну зміну рівня керування під дією факторів ризику. Зміна значень кожного фактора ризику відбувається дискретно за законом випадкових чисел.

На основі прийнятих припущень представимо додатково моделі й умови розпізнавання нештатної ситуації [11, 12, 18, 42, 53]. Позначимо:  $\tilde{y}_i$  — значення показника  $y_i$  з урахуванням впливу факторів ризику;  $F_i(\rho_{q_k})$  — функція, що враховує рівень впливу факторів ризику на  $i$ -й показник  $y_i$ ;  $\rho_{q_k}$  — значення  $q$ -го фактора ризику в момент  $t_k$ .

Вважаємо відповідно до припущення 8, що в момент часу  $t_k$  величина  $\tilde{y}_i[t_k]$  визначається відношенням

$$\tilde{y}_i[t_k] = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \tilde{b}_{ij} \sum_{r=0}^{R_j} a_{jr} T_r^*(U_j); \quad \tilde{b}_{ij} = b_{ij} F_i(\rho_{q_k}). \quad (7.8)$$

Тут функція  $F_i(\rho_{q_k})$  повинна відповідати умові, що за відсутності впливу факторів ризику (тобто при  $\rho_{q_k} = 0$ ) має виконуватися рівність  $\tilde{y}_i = y_i$ . Тому одним з найпростіших видів  $F_i(\rho_{q_k})$  буде наступний:

$$F_i(\rho_{q_k}) = 1 - \prod_{q_k=1}^{n_{qk}} (1 - c_{iqk} \rho_{q_k}). \quad (7.9)$$

Варто враховувати, що фактори ризику можуть змінюватися у часі неперервно (наприклад, зі збільшенням висоти при зльоті літака неперервно змінюється тиск) і стрибкоподібно (наприклад, при польоті на визначеній висоті в крейсерському режимі тиск може змінюватися стрибком на межі «циклон—антициклон»). Найбільш важкий є варіант, коли одні фактори ризику змінюються неперервно, а інші — стрибкоподібно.

Розпізнавання ситуації ризику будемо виконувати на основі послідовного порівняння значень  $\tilde{y}_i[t_k]$  при  $i = \overline{1, n}$  для декількох послідовних значень  $t_k$ ,  $k = \overline{1, k_0}$ , де  $k_0 = 3 \div 7$ . Умовою штатної ситуації, що впливає з припущення 2, є синхронна і синфазна зміна  $\tilde{y}_i$  для декількох, а в загальному випадку — для всіх показників. Звідси маємо співвідношення для різних моментів  $t_k$  для всіх значень  $i$  і для однакових моментів  $t_k$  для різних значень  $i$  (різних показників):

$$\text{sign} \Delta \tilde{y}_i[t_1, t_2] = \dots = \text{sign} \Delta \tilde{y}_i[t_k, t_{k+1}] = \dots = \text{sign} \Delta \tilde{y}_i[t_{k_0-1}, t_{k_0}], \quad (7.10)$$

$$\text{sign} \Delta \tilde{y}_i[t_k, t_{k+1}] = \dots = \text{sign} \Delta \tilde{y}_i[t_k, t_{k+1}] = \dots = \text{sign} \Delta \tilde{y}_n[t_k, t_{k+1}], \quad i = \overline{1, n}. \quad (7.11)$$

З (7.10) та (7.11) випливає, що за наявності нештатної ситуації в інтервалі  $[t_k, t_{k_0}]$  одночасно виконується:

- нерівність знаків  $\Delta \tilde{y}_i$  для всіх суміжних інтервалів  $[t_k, t_{k+1}]$  при  $k = \overline{1, k_0}$  кожного показника  $\tilde{y}_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;
- нерівність знаків приросту  $\tilde{y}_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , всіх показників  $\tilde{y}_i$  для кожного інтервалу  $[t_k, t_{k+1}]$ ,  $k = \overline{1, k_0}$ .

Умови (7.10), (7.11) є досить жорсткими, на практиці достатньо забезпечити виконання умов для деякого числа ( $3 \div 5$ ), які визначають показники  $\tilde{y}_i$ , але не для всіх показників  $\tilde{y}_i$ . В (7.10) і (7.11) відповідні величини визначаються відношеннями

$$\Delta \tilde{y}_i[t_k, t_{k+1}] = \tilde{y}_i[t_{k+1}] - \tilde{y}_i[t_k], \quad (7.12)$$

де  $\tilde{y}_i[t_k]$  знаходимо за допомогою виразу (7.8) і при цьому вважаємо, що  $\rho_{q_k}[t_{k+1}] > \rho_{q_k}[t_k]$ , тобто залежність кожного фактора ризику є функцією часу, яка зростає, або  $\rho_{q_k}[t_{k+1}] < \rho_{q_k}[t_k]$ , тобто залежність є спадною функцією.

Практична значимість розпізнавання нештатної ситуації на підставі (7.10) та (7.11) полягає в тому, що при такому підході забезпечується знаходження нештатної ситуації при незначній зміні  $\tilde{y}_i[t_k]$  під дією факторів ризику, оскільки індикатором зміни є знак відмінності (7.10) та (7.11), а не величина, що визначається через (7.12). Тобто такий підхід суттєво більш чутливий, аніж типові підходи, що використовуються у діагностуванні. Більше того, наведений вище підхід дає змогу фільтрувати випадкові зміни і випадкові помилки вимірів  $\tilde{y}_i$  для окремих  $i$  відповідно до (7.10) чи окремих  $[t_k, t_{k+1}]$  відповідно до (7.11).

9. Наведемо один з прийомів оцінювання ресурсу допустимого ризику  $T[s]$  у момент часу  $s$  [53]. Спочатку знаходимо максимальну зміну кожного показника  $y_i$  за один часовий відрізок у нештатному режимі за всіма даними вибірки, наявними на поточний момент  $s$ , а також спрогнозованими на кілька кроків уперед  $n_f$  (аналог швидкості):

$$\Delta_i[s] = \max_k \{y_i[t_k] - y_i[t_{k-1}], k < s + n_f\}.$$

Потім знаходимо ресурс допустимого ризику  $T[s]$  як мінімальне з відносини різниці поточного  $y_i[t_s]$  і нештатного значень  $y_{ia}$  показника  $y_i$  (аналог відстані) і його максимальної зміни  $\Delta_i[s]$  у нештатному режимі. Таким чином, застосовуємо принцип гарантованого результату: оцінюємо ресурс допустимого ризику, як час, що залишився до аварії, при найгіршому варіанті розвитку ситуації:

$$T[s] = \min_i \left\{ \frac{y_i[t_s] - y_{ia}}{\Delta_i[s]} \right\} T_0,$$

де  $T_0$  — тривалість часового відрізка.

### **7.3. ПРИКЛАД ГАРАНТОВАНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ СТС ЗА УМОВ БАГАТОФАКТОРНИХ РИЗИКІВ**

#### *Діагностика водопровідної глибинної системи водопостачання*

Як приклад реалізації системної стратегії гарантованої безпеки функціонування СТС розглянемо реальну водопровідну глибинну систему водопостачання, функціональну схему якої наведено на рис. 7.5 [26]. Основне призначення системи — забезпечення заданого рівня  $Q_n$  витрат води для споживачів, пріоритетним є процес охолодження технологічної екологічно-небезпечної установки.

До водопровідної мережі під'єднані три групи споживачів, у яких максимально можливий штатний рівень витрат води становить відповідно  $Q_1 \leq 0,3Q_n$ ;  $Q_2 \leq 0,4Q_n$ ;  $Q_3 \leq 0,3Q_n$ . Подача води до споживачів П1 і П3 не є критичним фактором і може бути перекрита регулюванням керувальних вентилів В2 і В4 відповідно. Подача води в технологічний об'єкт П2 є обов'язковою, тому її порушення призводить до неприпустимої аварії.

У штатному режимі залежно від рівня витрат води працює один чи два насоси одночасно. Стабілізацію тиску на виході установки виконує керувальний контролер, який формує завдання на швидкість регульованого насосу, а також підключає чи відключає від мережі нерегульовані насоси. Перехідні процеси для нештатного режиму можуть бути пов'язані як з нестачею (половиною чи четвертиною) номінальної продуктивності роботи глибинного насосу, так і з можливістю витоків у споживачів П1 і П3.

Глибинний насос виконує наповнення резервуару місткістю  $40 \text{ м}^3$ . Насос вмикається при зниженні рівня води в резервуарі нижче значення  $h \leq 40 \text{ м}$ , вимкнення відбувається при  $h_r \geq 45 \text{ м}$ . Глибинний насос у ввімкненому стані

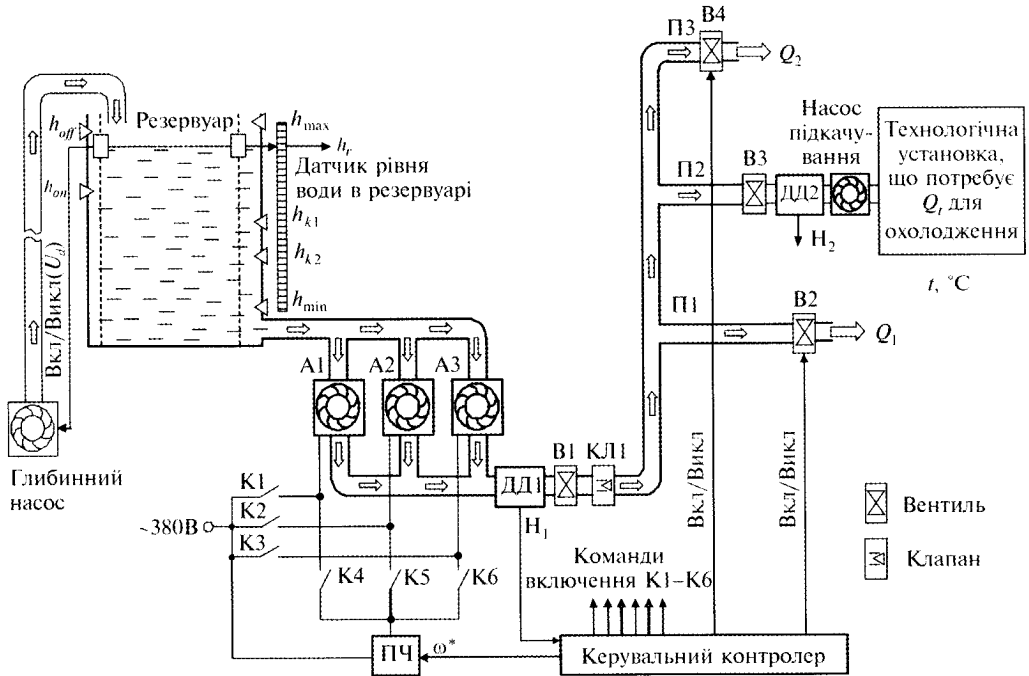


Рис. 7.5. Функціональна схема водопровідної глибинної системи водопостачання

забезпечує продуктивність  $Q_{dn} = 1,5Q_n$ . Для подачі води із резервуару споживачам у системі водопостачання встановлена насосна установка з трьох насосів (A1, A2, A3); два працюють у штатному режимі, один — у аварійному. Продуктивність кожного з насосів становить  $Q_{nn} = Q_n/2$ . Насосна установка працює в режимі стабілізації тиску, для чого на вихідній трубі розміщено датчик ДД2 вимірювання напору води  $H_2$ . Через нерегульований вентиль В1 і клапан КЛ1 вода поступає у водопровідну мережу. На вході технологічного об'єкта (бойлера) встановлений контрольний датчик тиску ДД2, а також насос підкачування для регулювання кількості води, що витрачається, і, відповідно, температури бойлера.

Графік заданої температури бойлера вимірюється за синусоїдальним законом у діапазоні від 50 до 90 °С з періодом  $T_f = 1200$  °С. У штатному режимі вимоги технологічного процесу відносно необхідних витрат води повністю задовольняються, тобто забезпечується надійний теплообмінний процес у бойлері і його температура знаходиться в допустимих межах.

Таким чином, у штатному режимі при максимальних витратах води, коли споживачі сумарно мають витратити  $Q_n$ , працюють два насоси з максимальною швидкістю, а глибинний насос знаходиться у вимкненому стані

$$t_{of} = \frac{3600(h_{of} - h_{on})s_r}{Q_n} \text{ секунд і у ввімкненому } t_{on} = \frac{3600(h_{of} - h_{on})s_r}{Q_{dn} - Q_n} \text{ секунд, де}$$

$s_r$  — площа поперечного перерізу резервуару. Витрати води протягом малого періоду вимірювань  $T_s$  можна визначити за зміною рівня води в резервуарі (з



припущення, що стан глибинного насосу є незмінним під час вимірювань) згідно з формулою

$$Q = \frac{3600(h_{r(k-1)} - h_{r(k)})}{T_s} + U_d Q_{dn}, \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

Кількість води, що відбирається для потреб технологічного процесу, може бути розрахована за формулою  $Q_t = k_1(t^\circ\text{C} - t_{\min})$ . При відомому законі зміни температури витрати води можуть бути прогнозовані.

Перехідні процеси для нештатного режиму можуть бути пов'язані як з недостатньою (половинною чи четвертинною) номінальною продуктивністю роботи глибинного насосу, так і з можливістю витоків, що прогресують у споживачів П1 і П3.

У процесі функціонування системи водопостачання з метою своєчасного виявлення причин потенційно можливих нештатних ситуацій і забезпечення живучості її функціонування в реальному часі проводиться моніторинг технічного діагностування. Відповідно до вимог розробленого інструментарію технічного діагностування в резервуарі та в ключових точках системи водопостачання були встановлені датчики, з яких через кожні 10 секунд знімалися показники змінних. Для розглянутого експерименту наведено показники датчиків рівня води  $h_r$  в резервуарі і напору води  $H_2$  на вході в технологічну установку та їх аргументи протягом 5000 секунд (500 вибірок).

Робота в штатному режимі забезпечується синхронними і синфазними змінами показників закономірностей  $h_r$  і  $H_2$  та їх аргументів. Нештатна ситуація виникає, якщо хоча б одна з функціональних залежностей  $h_r$  чи  $H_2$  досягає значень менше допустимого рівня:  $h_r < 39$  м;  $H_2 < 100$  м<sup>3</sup>. Тут під аварією мається на увазі ситуація, коли  $H_2$  опускається нижче значення  $H_{2\min} = 50$  м<sup>3</sup> і спостерігається зниження рівня води  $h_r$  до  $h_{k_2} = 2$  м на період часу більше 60 секунд. Збій у роботі датчиків фіксується при використанні процедури «побудова ступінчастої функції», що сприяє виявленню випадкових викидів датчиків.

На початковому етапі  $t = t_0$  при  $N_{02} = 50$  за дискретно заданими вибірками значень  $h_r$  і  $H_2$  та їх аргументів виконується відновлення функціональних залежностей  $y_i = f_i(x_1, \dots, x_j, \dots)$ . Тут  $y_1 = h_r(x_{11}, x_{12})$ ;  $y_2 = H_2(x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24})$ , де  $x_{11}$  — сумарні витрати води;  $x_{12}$  — продуктивність глибинного насосу;  $x_{21}$  — тиск  $H_1$  на виході насосної установки;  $x_{22}$  — сумарні витрати води;  $x_{23}$  — число включених насосів;  $x_{24}$  — швидкість регульованого насоса.

При черговому вимірі  $N + k = 51$ ,  $k = \overline{1, K}$  виконується процедура відкидання найпершого виміру вихідної вибірки і заново здійснюється нумерація вимірів (див. рис. 7.4). При відновленні функціональних залежностей  $h_r$  і  $H_2$  використовуються поточні 50 значень вибірки, оскільки при використанні більшої кількості елементів вибірки відновлена функція буде дуже повільно реагувати на кардинальні зміни вхідних параметрів, а при суттєво меншій кількості елементів вибірки даних буде недостатньо для коректного відновлення функціональних залежностей.

На основі відновлених в аналітичному вигляді закономірностей  $h_r$  і  $H_2$  в інтервалі  $[0; 0,8)$  використовується відома властивість зміщених поліномів

Чебишева — забезпечувати рівномірне наближення функцій на інтервалі  $[0;1]$ , виконується гарантований прогноз на 10 значень вибірок в інтервалі  $[0,8;1]$ . Отримані значення використовують для прийняття рішень: система водопостачання працює в штатному режимі; система водопостачання працює в нештатному режимі, спостерігаються деякі відхилення; система водопостачання переходить в аварійний режим функціонування; спостерігається збій у роботі датчиків.

При функціонуванні водопровідної глибинної системи водопостачання ймовірність настання нештатної ситуації розраховується за формулою

$$F_i = (p_k) = 1 - (1 - p_{H_2})(1 - p_{h_r}), \quad i = 1, 2,$$

де  $p_{H_2}$  — ймовірність настання події, в якій напір води  $H_2$  опуститься нижче аварійного рівня;  $p_{h_r}$  — ймовірність настання події, в якій рівень води  $h_r$  опуститься нижче аварійного рівня. Розрахунок  $p_{h_r}$  і  $p_{H_2}$  виконується наступним чином:

$$p_{h_r} = 1 - |(h_{nc} - y_{1pr})| / |(h_{nc} - h_a)|; \quad h_{nc} \neq h_a;$$

$$p_{H_2} = 1 - |(H_{2nc} - y_{2pr})| / |(H_{2nc} - H_a)|; \quad H_{2nc} \neq H_a,$$

де  $h_{nc}$  — рівень води нештатної ситуації ( $h_r < 39$  м);  $y_{1pr}$  — поточний рівень води (відновлена функціональна залежність  $y_1 = h_r(x_{11}, x_{12})$  з урахуванням прогнозу на 10 значень вибірки);  $h_a$  — рівень води аварійної ситуації ( $h_r = h_{k2} \leq 2$  м);  $H_{2nc}$  — рівень напору води нештатної ситуації ( $H_2 < 100$  м<sup>3</sup>);  $y_{2pr}$  — поточний рівень напору води (відновлена функціональна залежність  $y_2 = H_2(x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24})$  з урахуванням прогнозу на 10 значень вибірки);  $H_a$  — рівень напору води аварійної ситуації  $H_2 = H_{2min} \leq 50$  м<sup>3</sup>.

Деякі результати моніторингу наведено у вигляді розподілу за часом відновлених функціональних залежностей рівня води  $h_r$  у резервуарі (рис. 7.6) і напору води  $H_2$  на вході технологічної установки (рис. 7.7).

Для якісної оцінки ситуації вводиться поняття рівня небезпеки. Залежно від переходу в нештатну ситуацію і поведінки функціональних залежностей  $h_r$  і  $H_2$  вводяться класифікації 8 рівнів небезпеки (табл. 7.1), розподіл за часом яких наведено на рис. 7.8.

Таблиця 7.1. Класифікація рівнів небезпеки

Рівень небезпеки	Опис
0	Безпечна ситуація
1	Нештатна ситуація за одним параметром
2	Нештатна ситуація за декількома параметрами
3	Спостерігається загроза аварії
4	Висока загроза аварії
5	Критична ситуація
6	Шанс уникнути аварії винятково малий
7	Аварія

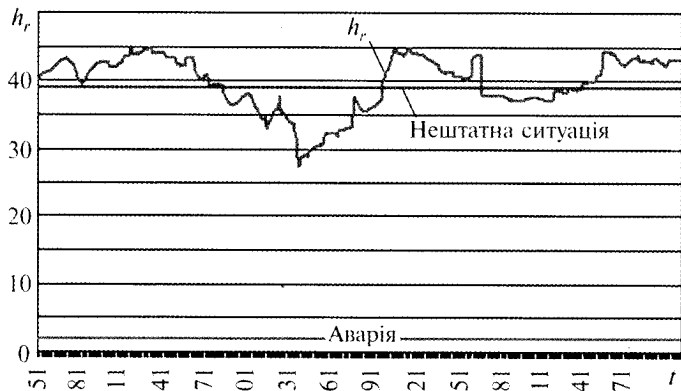


Рис. 7.6. Розподіл рівня води  $h_r$  в резервуарі за часом  $t$

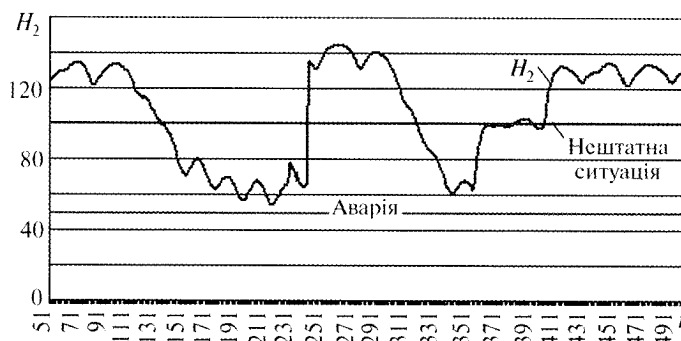


Рис. 7.7. Розподіл напору води  $H_2$  на вході технологічної установки за часом  $t$

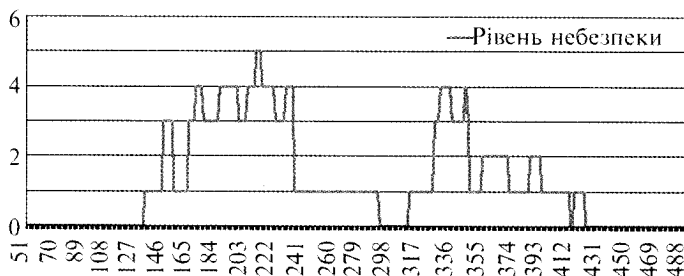


Рис. 7.8. Розподіл рівнів небезпеки за часом

У процесі функціонування системи водопостачання на інформаційне табло (табл. 7.2) виводиться інформація діагностування, що дає можливість оператору отримувати своєчасну попередню інформацію про можливий перехід функцій  $h_r$  і  $H_2$  в нештатний режим і приймати рішення про своєчасне усунення причин виникнення нештатної ситуації, аварії і катастрофи.

З аналізу отриманої статистики функціонування системи водопостачання до моменту часу 1300 с система запускається і працює в штатному режимі. В момент часу 1300 с з'являється витік у споживача П1, що прогресує, а в момент часу 1700 с — у споживача П3. У результаті збільшення сумарних витрат води зростає загроза виникнення нештатної ситуації, коли постійно увімкнений глибинний насос не в змозі підтримувати заданий рівень води в резервуарі. При цьому напір на вході технологічної установки зменшується.

7.3. Приклад гарантованого функціонування СТС за умов багатofакторних ризиків

Таблиця 7.2. Інформаційне табло для оператора (фрагмент)

№ вибірки	Рівень води $h_r$	Напір води $H_2$	Стан функціонування	Ризик аварії	Причина нештатної ситуації	Рівень небезпеки
51	40,26	124,16	Система функціонує нормально	0,00 %	—	0
52	40,47	125,02	Система функціонує нормально	0,00 %	—	0
53	40,74	126,12	Система функціонує нормально	0,00 %	—	0
54	40,99	127,15	Система функціонує нормально	0,00 %	—	0
...	...	...	...	...	...	...
176	39,54	69,64	Система функціонує нормально	60,72 %	Слабкий напір ( $H_2$ )	3
177	39,54	69,65	Система функціонує нормально	60,70 %	Слабкий напір ( $H_2$ )	3
178	39,51	69,35	Система функціонує нормально	61,29 %	Слабкий напір ( $H_2$ )	3
179	39,44	68,67	Нештатна ситуація	62,66 %	Слабкий напір ( $H_2$ )	3
180	39,33	67,58	Нештатна ситуація	64,84 %	Слабкий напір ( $H_2$ )	3
181	38,02	66,11	Нештатна ситуація	68,63 %	Низький рівень води та слабкий напір ( $h_r, H_2$ )	3
182	37,73	64,36	Нештатна ситуація	72,27 %	Низький рівень води та слабкий напір ( $h_r, H_2$ )	4
183	37,42	62,44	Нештатна ситуація	76,18 %	Низький рівень води та слабкий напір ( $h_r, H_2$ )	4
...	...	...	...	...	...	...
421	39,09	129,69	Система функціонує нормально	0,00 %	—	0
422	39,04	128,90	Система функціонує нормально	0,00 %	—	0
423	38,98	127,86	Нештатна ситуація	0,06 %	Низький рівень води ( $h_r$ )	1
424	38,90	126,58	Нештатна ситуація	0,27 %	Низький рівень води ( $h_r$ )	1
425	38,83	125,25	Нештатна ситуація	0,47 %	Низький рівень води ( $h_r$ )	1
426	38,77	124,19	Нештатна ситуація	0,62 %	Низький рівень води ( $h_r$ )	1
427	38,75	123,73	Нештатна ситуація	0,67 %	Низький рівень води ( $h_r$ )	1
428	38,78	124,01	Нештатна ситуація	0,60 %	Низький рівень води ( $h_r$ )	1
429	38,83	124,86	Нештатна ситуація	0,45 %	Низький рівень води ( $h_r$ )	1
430	38,90	125,94	Нештатна ситуація	0,27 %	Низький рівень води ( $h_r$ )	1
431	39,66	126,96	Система функціонує нормально	0,00 %	—	0
432	39,73	127,76	Система функціонує нормально	0,00 %	—	0
...	...	...	...	...	...	...
497	43,26	128,93	Система функціонує нормально	0,00%	—	0
498	43,27	129,14	Система функціонує нормально	0,00%	—	0
499	43,27	129,32	Система функціонує нормально	0,00%	—	0
500	43,28	129,54	Система функціонує нормально	0,00%	—	0

При зниженні об'єму води в резервуарі менше  $30 \text{ м}^3$  перекривається споживач П1, а при зниженні менше  $28 \text{ м}^3$  — споживач П3. У момент часу 1810 с виникає нештатна ситуація, коли рівень води  $h_r$  в резервуарі опускається нижче 39 м і напор води становить  $H_2 < 67 \text{ м}^3$ . Зворотнє підключення споживачів П1 і П3 виконується при об'ємі води в резервуарі 38 і  $36 \text{ м}^3$ , відповідно, в момент часу 2910 с.

Після відновлення об'єму води в резервуарі більше  $38 \text{ м}^3$  (момент часу дорівнює 2900 с), тобто коли все водопостачання всіх споживачів відновлено, ситуація повторюється, оскільки витік не ліквідовано. У момент часу 3110 с витік ліквідовано у першого споживача, а в момент часу 4310 — у споживача П3. Час, за який витік повністю ліквідовано, приймається рівним 10 с.

Після ліквідації витоків система водопостачання повертається до штатного режиму функціонування.

У процесі функціонування системи водопостачання на інформаційному табло кількісно і якісно відображається процес діагностування і оператор отримує своєчасну попередню інформацію про можливий перехід показників рівня води  $h_r$  і напору води  $H_2$  в нештатний режим. Це дає можливість своєчасно виявити причину і прийняти рішення про усунення можливої нештатної ситуації, аварії чи катастрофи.

Наведені результати досліджень показують, що процес оцінки функціонування системи водопостачання із застосуванням розробленої методології гарантованої безпеки функціонування складної технічної системи дає змогу своєчасно виявляти причину можливого переходу функціонування системи в нештатну ситуацію і прийняти рішення щодо забезпечення живучості та працездатності складної технічної системи.

Запропонована стратегія гарантованої безпеки функціонування СТС, що реалізована у вигляді інструментарію інформаційної платформи технічної діагностики, забезпечує запобігання непрацездатності та небезпеки на об'єкті. Шляхом комплексної, системної і неперервної оцінки параметрів функціонування об'єкта в реальному часі виявляють ситуації, що потенційно можуть призвести до виходу об'єкта за допустимі в штатному режимі межі функціонування. Одночасний супровід і інтегрована оцінка показників кінцевої кількості функціонально динамічних параметрів дають змогу здійснювати деталізацію процесів функціонування об'єкта будь-якої складності. Для ситуацій, розвиток яких призводить до можливих відхилень параметрів від штатного режиму функціонування об'єкта, можливе своєчасне прийняття рішень про зміну режиму функціонування об'єкта, або штучної корекції низки параметрів з метою впливу на змінений режим і повернення значень його параметрів у режим штатного функціонування. Принципи, на яких базується реалізація стратегії гарантованої безпеки функціонування СТС, забезпечують гнучкий підхід до своєчасного виявлення, розпізнавання, прогнозування і системної діагностики факторів і ситуацій ризиків, формування і реалізації раціонального рішення за практично прийнятний час у рамках неусувного часового обмеження.

## 7.4. ЗАПИТАННЯ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Які принципово важливі особливості загальної задачі системного аналізу багатофакторних ризиків?
2. З якою метою виконують декомпозицію загальної задачі системного аналізу багатофакторних ризиків?
3. Чим зумовлена складність формалізації структурованої послідовності задач системного аналізу багатофакторних ризиків?
4. Які причини зумовлюють потребу і доцільність використання модульного принципу розв'язання задачі системного аналізу багатофакторних ризиків?
5. Які причини зумовлюють порогове обмеження часу на формування і реалізацію розв'язку задачі мінімізації ризиків?
6. Чому необхідний якісно новий підхід до розв'язання проблем безпеки сучасних СТС різного призначення?
7. Які властивості та особливості СТС за умов штатного і нештатного режимів функціонування?
8. Які небажані наслідки для СТС характеризують такі показники: ступінь ризику, рівень ризику, ресурс допустимого ризику?
9. Які властивості СТС визначає ресурс допустимого ризику нештатного режиму?
10. Які процеси визначають тривалість переходу стадій нештатного режиму СТС в аварійну або катастрофічну ситуацію?
11. Які вимоги до інформаційного забезпечення гарантованої безпеки складних систем?
12. Якими засобами та діями доцільно забезпечувати гарантовану безпеку СТС?
13. На яких принципах базується стратегія системного забезпечення гарантованої безпеки складних систем?
14. Чому системна узгодженість рішень і заходів на всіх етапах життєвого циклу СТС є найважливішою обов'язковою вимогою для реалізації гарантованої безпеки?
15. Чому для забезпечення гарантованої безпеки СТС необхідне своєчасне виявлення помилкових рішень конкретної ОПР?
16. Чому реалізацію стратегії гарантованої безпеки складних систем потрібно виконувати на основі системного узгодження дій на всіх етапах життєвого циклу?

## 7.5. ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

На підставі наведених у цьому розділі основних принципів, моделей, підходів, методів, прийомів та системної стратегії, що забезпечують гарантоване функціонування СТС, а також блоку діагностування у вигляді інформаційної платформи технічної діагностики функціонування СТС (див. рис. 7.2) розробити, навести і реалізувати формалізації процедури прогнозу; функціональні залежності (ФЗ) факторів ризику та їх зв'язок з відновленими ФЗ; ресурс допустимого ризику; методи і прийоми виявлення збоїв датчиків; прийоми виявлення настання нештатної ситуації; інформацію оператору про на-

стання нештатної ситуації; побудувати їх у вигляді обчислювального алгоритму та програмних модулів для конкретної СТС за заданими дискретними вибірками та навести графічну інтерпретацію отриманих результатів.

### **7.5.1. Насосна система замкненого оборотного водопостачання**

**Опис насосної установки.** Функціональна схема системи оборотного водопостачання наведена на рис.7.9.

**Основним призначенням системи** є забезпечення заданих витрат води  $Q_1 \leq 0,045 \text{ м}^3/\text{с}$  для охолодження технологічної установки (критичний об'єкт) і додаткових витрат  $Q_2 \leq 0,045 \text{ м}^3/\text{с}$ , які споживаються додатковим обладнанням і не є критичними, тобто можуть бути перекриті відповідними керованими вентилями. Повні штатні витрати води  $Q_n = Q_1 + Q_2$ . Місткість резервуарів однакова і становить  $100 \text{ м}^3$ .

**Опис роботи системи водопостачання в штатному режимі.** До складу системи водопостачання входять: глибинний насос підживлення; насосна установка з трьох насосів, два з яких — нерегульовані; датчик тиску ДД1 на виході насосної установки (для організації зворотного зв'язку системи стабілізації напору); регульовані вентиля В1, В2, В3, клапан К1; теплообмінник, призначений для охолодження відпрацьованої води (наприклад градирня); вихідний резервуар для збору відпрацьованої води; насос відкачування, необхідний для повернення відпрацьованої води у вхідний резервуар; керувальний контролер; перетворювач частоти ПЧ для регулювання швидкості обертання регульованого насоса; комутаційне обладнання для увімкнення/вимкнення нерегульованих насосів.

Увімкнення насоса підживлення настає при зниженні рівня води в резервуарі № 1 менше  $h_{on} = 50 \text{ м}^3$ , вимкнення — при підвищенні рівня води в резервуарі більше  $h_{off} = 80 \text{ м}^3$ , якщо насос відкачування вимкнений; увімкнення — при зниженні рівня води в резервуарі менше  $h_{on} = 40 \text{ м}^3$ , вимкнення при  $h_{off} = 60 \text{ м}^3$  при ввімкненому насосі відкачування. Глибинний насос забезпечує продуктивність  $Q_{dn} = 0,05 \text{ м}^3/\text{с}$ . Зниження рівня води нижче  $40 \text{ м}^3$  при увімкненому насосі відкачування свідчить про нештатну ситуацію (втрати води).

Увімкнення насоса відкачування відбувається при підвищенні рівня води в резервуарі № 2 вище  $h_{2on} = 80 \text{ м}^3$ , вимкнення — при зниженні рівня води нижче  $h_{2off} = 20 \text{ м}^3$ . Насос відкачування у ввімкненому стані забезпечує продуктивність  $Q_{dn2} = 0,05 \text{ м}^3/\text{с}$ . У резервуарі № 2 встановлено датчик рівня води, що видає сигнал  $h_{r2}$ .

У випадку, коли рівень води в резервуарі № 1 стає вищим від мітки  $97 \text{ м}^3$  і насос відкачування увімкнений, він примусово вимикається з метою недопущення переповнення резервуару № 1. Відновлення його роботи відбувається при зниженні рівня води  $h_{r1}$  до  $95 \text{ м}^3$ .

У резервуар № 2 потрапляє лише та вода, що пройшла технологічну установку й охолоджувач. Вода для задоволення додаткових витрат (а саме для потреб додаткового обладнання чи, припустимо, споживачів) після використання йде в каналізаційну систему.

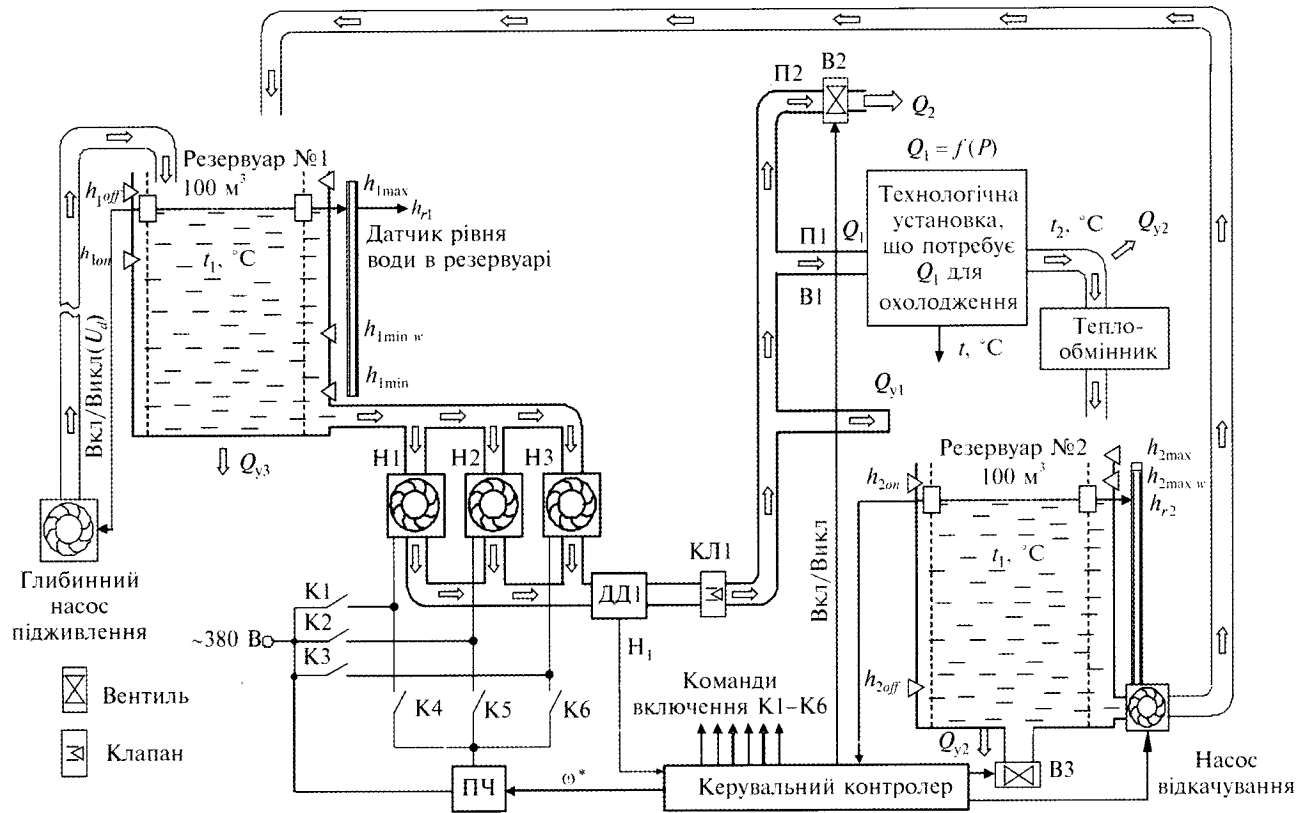


Рис. 7.9. Функціональна схема системи оборотного водопостачання



Для подачі води із резервуара № 1 споживачам встановлено систему з трьох нагнітальних насосів (Н1—Н3), два з яких працюють у штатному режимі, один — аварійний. Продуктивність кожного насоса становить  $Q_{nn} = 0,05 \text{ м}^3/\text{с}$ . Насосна установка працює в режимі стабілізації тиску, для чого на вихідній трубі встановлено датчик тиску ДД1. Через клапан КЛ1 вода подається у водопровідну мережу.

Сумарні витрати води протягом малого періоду вимірювань  $T_s$  можуть бути визначені за зміною рівня води в резервуарі згідно з формулою (враховуючи припущення, що стан глибинного насосу є незмінним на всьому періоді вимірювань)

$$Q = 3600(h_{r(k+1)} - h_{r(k)})/T_s + U_{d1}Q_{dn1} + U_{d2}Q_{dn2}, \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

До водопровідної мережі підключені дві групи споживачів, у яких максимальний можливий штатний рівень витрат відповідно становить  $Q_1 \leq 0,045 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Q_2 \leq 0,045 \text{ м}^3/\text{с}$ . Подача води до споживача П2 не є критичним фактором і може бути перекрита перекриттям керувального вентиля В2. Подача води до технологічної установки є обов'язковою і її порушення призводить до аварії.

У штатному режимі вимоги технологічної установки (ТУ) щодо необхідних витрат води повністю задовольняються, тобто забезпечується надійний відбір тепла і температура знаходиться в допустимих межах. Допустимими межами вважаємо температуру до  $75 \text{ }^\circ\text{C}$ . При температурі вище  $75 \text{ }^\circ\text{C}$ , але нижче  $85 \text{ }^\circ\text{C}$  ситуація є нештатною. При підвищенні температури більш як  $85 \text{ }^\circ\text{C}$  ситуація стає аварійною.

Температура регулюється за допомогою окремого ПІ-регулятора, виходом якого є гідравлічний опір вентиля В1 на вході технологічної установки, що, в свою чергу, регулює витрати води в ТУ.

Запускається система стабілізації напору (перші 20 секунд). У момент часу 200 с починається розігрів ТУ, при цьому потужність теплових втрат зростає від нуля до 1 МВт за 500 секунд, після чого знаходиться на постійному рівні протягом 300 с. У момент часу 1000 с починається технологічний процес, що викликає зміну теплових втрат у ТУ. При цьому передбачається, що вихідна температура охолоджувальної води дорівнює  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  і за час тесту підвищується до  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Нештатний режим виникає з причини виходу з ладу теплообмінника, тобто нагріта в ТУ вода не охолоджується до необхідної температури і повертається в резервуар № 1. Це призводить до того, що температура охолоджувальної води до моменту часу 3000 с досягає  $57 \text{ }^\circ\text{C}$ , що істотно зменшує її охолоджувальні властивості. В результаті температура ТУ починає зростати. При цьому наступають моменти часу, коли вентиль В1 є повністю відкритим (мінімальне значення гідравлічного опору), забезпечуючи максимально можливий прохід води в ТУ. Оскільки внаслідок зазначених причин можливий перегрів ТУ, то в момент часу 3000 с приймається рішення: відкрити вентиль зливу води В3, відключити насос відкачування. Глибинний насос підживлення закачує холодну воду з температурою  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , що призводить до поступового зниження температури охолоджувальної води та виходу з нештатної ситуації. Разом з тим, рівень води в резервуарі № 1 коливається близько 50 м,

## 7.5. Варіанти завдань

Таблиця 7.3. Діапазон зміни параметрів у штатному режимі

№	Змінні	Позначення	Межі
1	Глибинний насос увімкнено/вимкнено	$U_{d1}$	0—1
2	Насос відкачування увімкнено/вимкнено	$U_{d2}$	0—1
3	Рівень води в резервуарі № 1	$h_{r1}$	40—97 м <sup>3</sup>
4	Рівень води в резервуарі № 2	$h_{r2}$	20—80 м <sup>3</sup>
5	Напір на виході насосів у статичному режимі	$H_1$	150 м
6	Температура ТУ	$t$	0—75 °С
6	Задана швидкість регульованого насоса	$\omega^*$	220—314 рад/с
7	Витрати води в резервуарі № 1	$Q$	0—0,09 м <sup>3</sup> /с
8	Кількість увімкнених насосів	$n$	1—3
9	Температура води в резервуарі № 1	$t_1$	0—30 °С
10	Задана температура ТУ	$t^*$	60 °С
11	Потужність теплових втрат ТУ	$\Delta P$	0—1,5 МВт

що потенційно може призвести до розвитку аварійної ситуації, пов'язаної з кількістю води в резервуарі № 1, у разі виникнення додаткової витоку або відключення глибинного насоса. У разі потреби споживач П2 може бути перекритий. Повний вихід з нештатної ситуації можливий лише після відновлення роботи теплообмінника і включення насоса відкачування.

Прийнято, що на 5000 секунд ремонт теплообмінника закінчений, вентиль В3 перекривається, видається дозвіл на роботу насоса відкачування, коли рівень в резервуарі № 2 досягне значення  $h_{2on}$ . Ця подія настає в момент часу 8060 с, насос відкачування починає перекачувати теплу воду в резервуар № 1, що викликає плавне штатне підвищення температури охолоджувальної води до 28 °С.

Вимірювані параметри, а також діапазон їх зміни в штатному режимі наведено в табл. 7.3.

Потужність теплових втрат у ТУ є відомою залежністю і не може перевищувати вказаних меж.

У штатному режимі працює один або два насоси одночасно залежно від рівня витрат води. Стабілізацію тиску на виході установки здійснює керувальний контролер, що формує завдання на швидкість регульованого насоса, а також підключає/відключає до/від мережі нерегульовані насоси.

**Опис можливих нештатних режимів, що потенційно призводять до аварійних ситуацій.** У табл. 7.4 наведено лише деякі з можливих ситуацій, без врахування комбінацій, а в табл. 7.5 — перелік можливих аварійних ситуацій. Під аварією розуміється ситуація, коли температура ТУ перевищує 85 °С.

Критичними функціями, що потребують відновлення за дискретно заданим вибірками, є наступні:

1.  $Y_1$  — рівень  $h_{r1}$  (м<sup>3</sup>) води в резервуарі № 1.
2.  $Y_2$  — напір  $H_1$ , (м) на виході насосів.
3.  $Y_3$  — температура технологічної установки  $t$  (°С).
4.  $Y_4$  — рівень  $h_{r2}$  (м<sup>3</sup>) води в резервуарі № 2.

Час моделювання — 10000 с. Вибірка відбувається кожену 20 секунду, тобто розглядається 501 вибірка.

Таблиця 7.4. Перелік деяких з можливих нештатних режимів

№	Ситуація	Опис
1	Переповнення резервуару № 1	Збій у роботі керування системою
2	Переповнення резервуару № 2	Не працює насос відкачування. Якщо критично, можна відкрити випускний вентиль ВЗ для спуску води
3	Вихід з ладу глибинного насоса	Оскільки в системі завжди є невеликий природній витік, то через деякий час вода в системі може закінчитися. У випадку відмови насоса відкачування аварія станеться як тільки рівень води вхідного резервуару опуститься нижче $h_{1\min}$
4	Вихід з ладу одного з насосів Н1—Н3.	Система працюватиме в штатному режимі при працюючих двох насосах. У випадку великих витоків може статися аварія
5	Зниження $h_{r1} < h_{1\min}$	Рівень у вхідному резервуарі нижче попереджувальної позначки. Несправності в насосах підкачування, відкачування, або значні втрати води через витoki $Q_{j2}, Q_{j2}, Q_{j3}$
6	Підвищення температури охолоджувальної води вище 30 °С	У замкненому циклі — несправність теплообмінника. Якщо є ризик виникнення аварійної ситуації, може бути прийнято рішення про постійну роботу насоса підкачування і вимкнення насоса відкачування для використання холодної води з глибинної свердловини
7	Перевищення температури ТУ вище 75 °С	Завищена температура води, значні втрати води (витoki) $Q_{r1}$ та ін.
8	Напір $H_1 > H_{1\max}$	Вихід з ладу датчика тиску. Вмикаються всі три насоси, що в свою чергу призводить до завищення реального тиску в мережі, внаслідок чого можуть з'явитися нові додаткові витoki
9	Малий витік води $Q_{y1}$	Частіше увімкнення насоса підкачування. Можливе увімкнення трьох нагнітальних насосів одночасно. Наявність інших несправностей може призвести до аварії
10	Малі витoki води $Q_{j2}, Q_{j3}$	Частіше увімкнення насоса підкачування. Наявність інших несправностей може призвести до аварії.
11	Вихід з ладу ПЧ (перетворювача частоти)	Працюють два нерегульовані насоси. Завищене енергоспоживання. Наявність інших несправностей може призвести до аварії
12	Зниження $h_{r1} < h_{1\min}$ при увімкненому насосі відкачування	Несправності насосів підкачування чи відкачування. Засмічення насоса підкачування. Великі витoki $Q_{j1}, Q_{j3}$

Змістовне значення змінних  $x_1, x_2, x_3, x_4$  та їх компонент наведено в табл. 7.6. Значення функцій  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$  та значення їх аргументів  $x_1, x_2, x_3, x_4$  наведено, відповідно, у вигляді дискретних вибірок у табл. 7.7—7.11. У кожній таблиці у першому стовпчику задано номер вибірки, у другому — час  $t$  з кроком 20 с.

Розподіли перехідних процесів при відмові теплообмінника показано на рис. 7.10 (маються на увазі графіки функцій за нештатної ситуації, описаної вище).

Для побудови аналогічних розподілів у табл. 7.7—7.11 наведено значення критичних функцій  $Y_i, i = 1, 2, 3, 4$  та їх аргументів  $x_1, x_2, x_3, x_4$  за дискретно заданими вибірками перехідних процесів.

## 7.5. Варіанти завдань

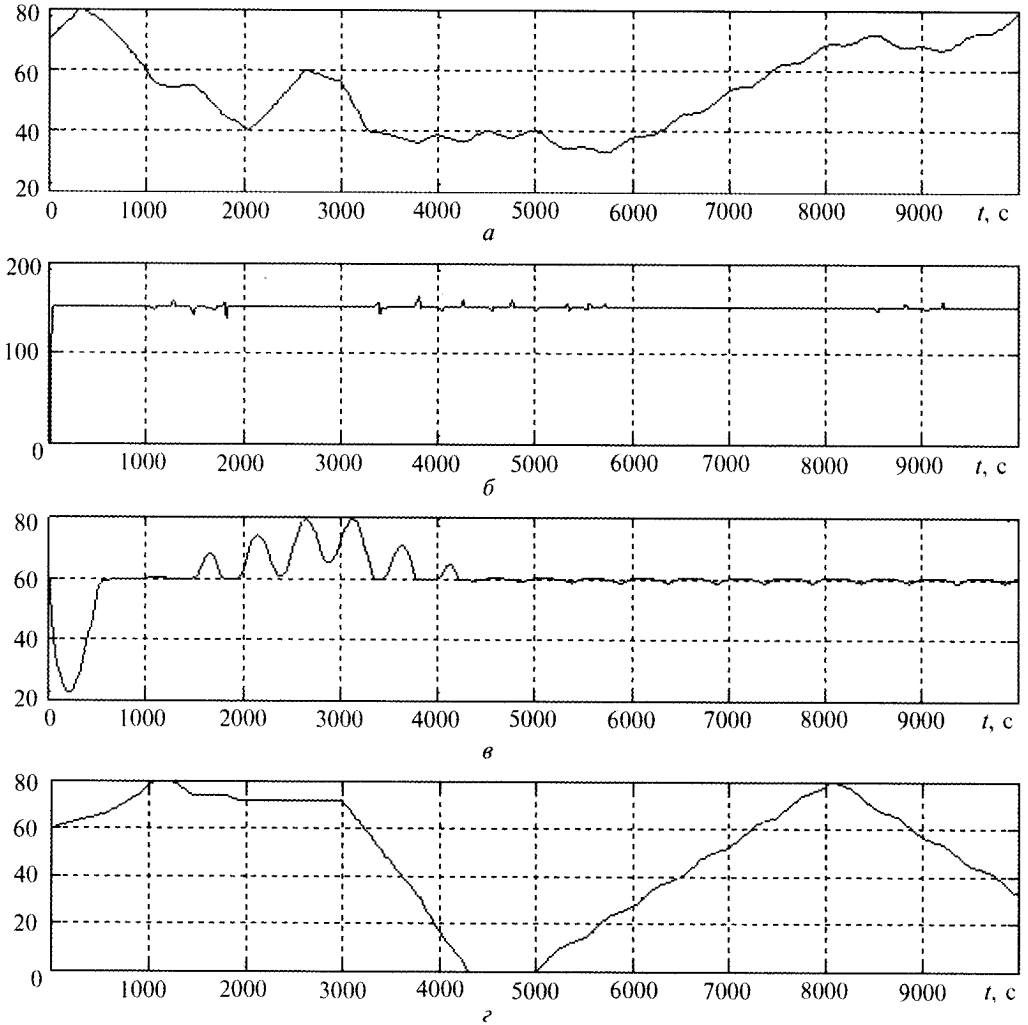
*Таблиця 7.5. Перелік можливих аварійних ситуацій*

№	Ситуація	Опис
1	Температура ТУ більше 85 °С	Аварія
2	$h_{r1} < h_{1\min}$	Аварія, оскільки насосна установка відключається
3	Відмова трьох насосів, чи втрата напруги живлення	Аварія, оскільки насосна установка відключається
4	Витік $Q_{y1} > Q_{y1\text{доп}}$	Аварія. Насосна установка не в змозі забезпечити необхідні витрати води для ТУ
5	Витік $Q_{y2} > Q_{y2\text{доп}}$	Аварія. Глибинний насос підкачування не в змозі підтримувати необхідну кількість води в системі
6	Витік $Q_{y3} > Q_{y3\text{доп}}$	Аварія. Глибинний насос підкачування не в змозі підтримувати необхідну кількість води в системі та в резервуарі

*Таблиця 7.6. Змістовне значення змінних  $x_1, x_2, x_3, x_4$  та їх компонент*

Змінні $x_i$ , $i = 1,4$	Компоненти змінних $x_i$	Опис
$x_1$	$x_{11}$	Сумарні витрати води $Q$
	$x_{12}$	Продуктивність глибинного насосу $Q_{dn} = 0,05 \text{ м}^3/\text{с}$
	$x_{13}$	Продуктивність насосу відкачування, $Q_{dn2} = 0,05 \text{ м}^3/\text{с}$
$x_2$	$x_{21}$	Число ввімкнених насосів від 1 до 3
	$x_{22}$	Сумарні витрати $Q$
	$x_{23}$	Швидкість регульованого насоса 220—314 рад/с
$x_3$	$x_{31}$	Температура охолоджувальної води ( $t$ °С), 0—30 °С
	$x_{32}$	Напір ( $H_1$ ), 150 м
	$x_{33}$	Потужність теплових втрат ( $\Delta P$ ), 0—1,5 МВт
	$x_{34}$	Задана температура ТУ, 0—75 °С
	$x_{35}$	Гідравлічний опір вентиля В1 на вході ТУ. В1 повністю відкритий — мінімальне значення гідравлічного опору
$x_4$	$x_{41}$	Гідравлічний опір вентиля В1 на вході ТУ. В1 повністю відкритий — мінімальне значення гідравлічного опору
	$x_{42}$	Продуктивність насосу відкачування $Q_{dn2} = 0,05 \text{ м}^3/\text{с}$
	$x_{43}$	Стан вентиля В3. Відкритий вентиль забезпечує витікання води зі швидкістю $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$
	$x_{44}$	Напір ( $H_1$ ), 150 м

**Розділ 7. Гарантоване функціонування складних технічних систем за умов багатofакторних ризиків**



**Рис. 7.10.** Розподіл критичних функцій  $Y_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$  за часом:

$a$  — рівень води  $Y_1(h_{r1})$  у вхідному резервуарі,  $m^3$ ;  $б$  — напір води  $Y_2(H_1)$  на виході насосної установки,  $m$ ;  $в$  — температура  $Y_3(t)$  технологічної установки,  $^{\circ}C$ ;  $г$  — рівень води  $Y_4(h_{r2})$  у вихідному резервуарі,  $m^3$

**Таблиця 7.7.** Значення критичних функцій  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
1	0,00	7,0000·10	0,0000	6,0000·10	6,0000·10
2	2,00·10	7,0640·10	1,1919·10 <sup>2</sup>	5,1485·10	6,0198·10
3	4,00·10	7,1258·10	1,4982·10 <sup>2</sup>	4,4114·10	6,0420·10
4	6,00·10	7,1871·10	1,5001·10 <sup>2</sup>	3,8419·10	6,0643·10
5	8,00·10	7,2484·10	1,5000·10 <sup>2</sup>	3,4069·10	6,0867·10
6	1,00·10 <sup>2</sup>	7,3097·10	1,4999·10 <sup>2</sup>	3,0746·10	6,1090·10
7	1,20·10 <sup>2</sup>	7,3709·10	1,4999·10 <sup>2</sup>	2,8208·10	6,1314·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.7

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
8	$1,40 \cdot 10^2$	7,4322·10	$1,4999 \cdot 10^2$	2,6269·10	6,1538·10
9	$1,60 \cdot 10^2$	7,4934·10	$1,4999 \cdot 10^2$	2,4789·10	6,1761·10
10	$1,80 \cdot 10^2$	7,5545·10	$1,4999 \cdot 10^2$	2,3658·10	6,1985·10
11	$2,00 \cdot 10^2$	7,6157·10	$1,4999 \cdot 10^2$	2,2794·10	6,2208·10
12	$2,20 \cdot 10^2$	7,6767·10	$1,4999 \cdot 10^2$	2,2500·10	6,2432·10
13	$2,40 \cdot 10^2$	7,7377·10	$1,4999 \cdot 10^2$	2,2977·10	6,2656·10
14	$2,60 \cdot 10^2$	7,7987·10	$1,4999 \cdot 10^2$	2,4043·10	6,2879·10
15	$2,80 \cdot 10^2$	7,8596·10	$1,4999 \cdot 10^2$	2,5558·10	6,3103·10
16	$3,00 \cdot 10^2$	7,9204·10	$1,4999 \cdot 10^2$	2,7417·10	6,3326·10
17	$3,20 \cdot 10^2$	7,9811·10	$1,4999 \cdot 10^2$	2,9538·10	6,3550·10
18	$3,40 \cdot 10^2$	7,9757·10	$1,4999 \cdot 10^2$	3,1860·10	6,3774·10
19	$3,60 \cdot 10^2$	7,9363·10	$1,4999 \cdot 10^2$	3,4334·10	6,3997·10
20	$3,80 \cdot 10^2$	7,8968·10	$1,4999 \cdot 10^2$	3,6926·10	6,4221·10
21	$4,00 \cdot 10^2$	7,8571·10	$1,4999 \cdot 10^2$	3,9606·10	6,4444·10
22	$4,20 \cdot 10^2$	7,8174·10	$1,4999 \cdot 10^2$	4,2355·10	6,4668·10
23	$4,40 \cdot 10^2$	7,7775·10	$1,4999 \cdot 10^2$	4,5156·10	6,4892·10
24	$4,60 \cdot 10^2$	7,7375·10	$1,4999 \cdot 10^2$	4,7997·10	6,5115·10
25	$4,80 \cdot 10^2$	7,6974·10	$1,4999 \cdot 10^2$	5,0868·10	6,5339·10
26	$5,00 \cdot 10^2$	7,6571·10	$1,4999 \cdot 10^2$	5,3763·10	6,5562·10
27	$5,20 \cdot 10^2$	7,6167·10	$1,4999 \cdot 10^2$	5,7222·10	6,5786·10
28	$5,40 \cdot 10^2$	7,5721·10	$1,4993 \cdot 10^2$	5,8982·10	6,6050·10
29	$5,60 \cdot 10^2$	7,5223·10	$1,4996 \cdot 10^2$	5,9199·10	6,6365·10
30	$5,80 \cdot 10^2$	7,4701·10	$1,4996 \cdot 10^2$	5,9364·10	6,6702·10
31	$6,00 \cdot 10^2$	7,4156·10	$1,4996 \cdot 10^2$	5,9502·10	6,7060·10
32	$6,20 \cdot 10^2$	7,3586·10	$1,4995 \cdot 10^2$	5,9618·10	6,7441·10
33	$6,40 \cdot 10^2$	7,2991·10	$1,4995 \cdot 10^2$	5,9716·10	6,7845·10
34	$6,60 \cdot 10^2$	7,2371·10	$1,4995 \cdot 10^2$	5,9799·10	6,8272·10
35	$6,80 \cdot 10^2$	7,1725·10	$1,4995 \cdot 10^2$	5,9869·10	6,8723·10
36	$7,00 \cdot 10^2$	7,1052·10	$1,4994 \cdot 10^2$	5,9929·10	6,9199·10
37	$7,16 \cdot 10^2$	7,0360·10	$1,4998 \cdot 10^2$	5,9947·10	6,9692·10
38	$7,40 \cdot 10^2$	6,9658·10	$1,4998 \cdot 10^2$	5,9961·10	7,0191·10
39	$7,60 \cdot 10^2$	6,8947·10	$1,4998 \cdot 10^2$	5,9975·10	7,0698·10
40	$7,80 \cdot 10^2$	6,8226·10	$1,4998 \cdot 10^2$	5,9989·10	7,1211·10
41	$8,00 \cdot 10^2$	6,7495·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0001·10	7,1731·10
42	$8,20 \cdot 10^2$	6,6754·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0013·10	7,2259·10
43	$8,40 \cdot 10^2$	6,6002·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0024·10	7,2794·10
44	$8,60 \cdot 10^2$	6,5240·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0034·10	7,3337·10
45	$8,80 \cdot 10^2$	6,4466·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0043·10	7,3887·10
46	$9,00 \cdot 10^2$	6,3682·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0052·10	7,4445·10
47	$9,20 \cdot 10^2$	6,2885·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0061·10	7,5011·10
48	$9,40 \cdot 10^2$	6,2076·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0068·10	7,5585·10
49	$9,60 \cdot 10^2$	6,1255·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0076·10	7,6167·10
50	$9,80 \cdot 10^2$	6,0420·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0082·10	7,6758·10
51	$1,00 \cdot 10^3$	5,9573·10	$1,4996 \cdot 10^2$	6,0089·10	7,7357·10
52	$1,02 \cdot 10^3$	5,8677·10	$1,4979 \cdot 10^2$	6,0157·10	7,8000·10
53	$1,04 \cdot 10^3$	5,7695·10	$1,4978 \cdot 10^2$	6,0201·10	7,8724·10
54	$1,06 \cdot 10^3$	5,6629·10	$1,4910 \cdot 10^2$	6,0227·10	7,9526·10
55	$1,08 \cdot 10^3$	5,5911·10	$1,4755 \cdot 10^2$	6,0242·10	7,9976·10
56	$1,10 \cdot 10^3$	5,5709·10	$1,4983 \cdot 10^2$	6,0244·10	7,9902·10

Продовження табл. 7.7

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
57	1,12·10 <sup>3</sup>	5,5463·10	1,4989·10 <sup>2</sup>	6,0243·10	7,9866·10
58	1,14·10 <sup>3</sup>	5,5191·10	1,4996·10 <sup>2</sup>	6,0235·10	7,9850·10
59	1,16·10 <sup>3</sup>	5,4911·10	1,5003·10 <sup>2</sup>	6,0224·10	7,9834·10
60	1,18·10 <sup>3</sup>	5,4644·10	1,5010·10 <sup>2</sup>	6,0207·10	7,9799·10
61	1,20·10 <sup>3</sup>	5,4406·10	1,5016·10 <sup>2</sup>	6,0185·10	7,9724·10
62	1,22·10 <sup>3</sup>	5,4215·10	1,5020·10 <sup>2</sup>	6,0155·10	7,9596·10
63	1,24·10 <sup>3</sup>	5,4082·10	1,5023·10 <sup>2</sup>	6,0117·10	7,9400·10
64	1,26·10 <sup>3</sup>	5,4013·10	1,5236·10 <sup>2</sup>	6,0063·10	7,9131·10
65	1,28·10 <sup>3</sup>	5,4005·10	1,5699·10 <sup>2</sup>	5,9986·10	7,8786·10
66	1,30·10 <sup>3</sup>	5,4071·10	1,4978·10 <sup>2</sup>	5,9918·10	7,8366·10
67	1,32·10 <sup>3</sup>	5,4185·10	1,5009·10 <sup>2</sup>	5,9818·10	7,7882·10
68	1,34·10 <sup>3</sup>	5,4339·10	1,5005·10 <sup>2</sup>	5,9725·10	7,7347·10
69	1,36·10 <sup>3</sup>	5,4514·10	1,5000·10 <sup>2</sup>	5,9665·10	7,6778·10
70	1,38·10 <sup>3</sup>	5,4689·10	1,4995·10 <sup>2</sup>	5,9670·10	7,6196·10
71	1,40·10 <sup>3</sup>	5,4841·10	1,4989·10 <sup>2</sup>	5,9749·10	7,5622·10
72	1,42·10 <sup>3</sup>	5,4943·10	1,4982·10 <sup>2</sup>	5,9872·10	7,5084·10
73	1,44·10 <sup>3</sup>	5,4970·10	1,4975·10 <sup>2</sup>	5,9997·10	7,4606·10
74	1,46·10 <sup>3</sup>	5,4897·10	1,4849·10 <sup>2</sup>	6,0099·10	7,4211·10
75	1,48·10 <sup>3</sup>	5,4709·10	1,4185·10 <sup>2</sup>	6,0176·10	7,3917·10
76	1,50·10 <sup>3</sup>	5,4390·10	1,4954·10 <sup>2</sup>	6,0210·10	7,3740·10
77	1,52·10 <sup>3</sup>	5,3922·10	1,4976·10 <sup>2</sup>	6,0244·10	7,3685·10
78	1,54·10 <sup>3</sup>	5,3380·10	1,4992·10 <sup>2</sup>	6,1303·10	7,3685·10
79	1,56·10 <sup>3</sup>	5,2817·10	1,4992·10 <sup>2</sup>	6,3091·10	7,3685·10
80	1,58·10 <sup>3</sup>	5,2234·10	1,4992·10 <sup>2</sup>	6,4875·10	7,3684·10
81	1,60·10 <sup>3</sup>	5,1630·10	1,4972·10 <sup>2</sup>	6,6371·10	7,3684·10
82	1,62·10 <sup>3</sup>	5,1009·10	1,4922·10 <sup>2</sup>	6,7468·10	7,3682·10
83	1,64·10 <sup>3</sup>	5,0372·10	1,4875·10 <sup>2</sup>	6,8087·10	7,3679·10
84	1,66·10 <sup>3</sup>	4,9720·10	1,4832·10 <sup>2</sup>	6,8194·10	7,3674·10
85	1,68·10 <sup>3</sup>	4,9054·10	1,4795·10 <sup>2</sup>	6,7798·10	7,3668·10
86	1,70·10 <sup>3</sup>	4,8377·10	1,4766·10 <sup>2</sup>	6,6938·10	7,3660·10
87	1,72·10 <sup>3</sup>	4,7676·10	1,5047·10 <sup>2</sup>	6,5519·10	7,3661·10
88	1,74·10 <sup>3</sup>	4,6971·10	1,4998·10 <sup>2</sup>	6,3963·10	7,3661·10
89	1,76·10 <sup>3</sup>	4,6263·10	1,5000·10 <sup>2</sup>	6,2245·10	7,3661·10
90	1,78·10 <sup>3</sup>	4,5557·10	1,5002·10 <sup>2</sup>	6,0483·10	7,3661·10
91	1,80·10 <sup>3</sup>	4,4966·10	1,5585·10 <sup>2</sup>	6,0164·10	7,3546·10
92	1,82·10 <sup>3</sup>	4,4501·10	1,3779·10 <sup>2</sup>	6,0144·10	7,3318·10
93	1,84·10 <sup>3</sup>	4,4128·10	1,5025·10 <sup>2</sup>	6,0070·10	7,3016·10
94	1,86·10 <sup>3</sup>	4,3817·10	1,5014·10 <sup>2</sup>	6,0038·10	7,2664·10
95	1,88·10 <sup>3</sup>	4,3541·10	1,5001·10 <sup>2</sup>	6,0037·10	7,2294·10
96	1,90·10 <sup>3</sup>	4,3265·10	1,4987·10 <sup>2</sup>	6,0068·10	7,1944·10
97	1,92·10 <sup>3</sup>	4,2951·10	1,4972·10 <sup>2</sup>	6,0117·10	7,1651·10
98	1,94·10 <sup>3</sup>	4,2561·10	1,4958·10 <sup>2</sup>	6,0165·10	7,1456·10
99	1,96·10 <sup>3</sup>	4,2059·10	1,4987·10 <sup>2</sup>	6,0211·10	7,1393·10
100	1,98·10 <sup>3</sup>	4,1513·10	1,5007·10 <sup>2</sup>	6,1247·10	7,1393·10
101	2,00·10 <sup>3</sup>	4,0987·10	1,5007·10 <sup>2</sup>	6,3142·10	7,1393·10
102	2,02·10 <sup>3</sup>	4,0480·10	1,5007·10 <sup>2</sup>	6,5330·10	7,1393·10
103	2,04·10 <sup>3</sup>	3,9995·10	1,5006·10 <sup>2</sup>	6,7549·10	7,1394·10
104	2,06·10 <sup>3</sup>	4,0510·10	1,5006·10 <sup>2</sup>	6,9633·10	7,1394·10
105	2,08·10 <sup>3</sup>	4,1055·10	1,5006·10 <sup>2</sup>	7,1454·10	7,1394·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.7

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
106	$2,10 \cdot 10^3$	4,1616·10	$1,5005 \cdot 10^2$	7,2908·10	7,1394·10
107	$2,12 \cdot 10^3$	4,2193·10	$1,5005 \cdot 10^2$	7,3917·10	7,1394·10
108	$2,14 \cdot 10^3$	4,2783·10	$1,5005 \cdot 10^2$	7,4431·10	7,1395·10
109	$2,16 \cdot 10^3$	4,3387·10	$1,5004 \cdot 10^2$	7,4433·10	7,1395·10
110	$2,18 \cdot 10^3$	4,4004·10	$1,5004 \cdot 10^2$	7,3935·10	7,1395·10
111	$2,20 \cdot 10^3$	4,4633·10	$1,5004 \cdot 10^2$	7,2984·10	7,1395·10
112	$2,22 \cdot 10^3$	4,5273·10	$1,5004 \cdot 10^2$	7,1652·10	7,1395·10
113	$2,24 \cdot 10^3$	4,5923·10	$1,5003 \cdot 10^2$	7,0038·10	7,1395·10
114	$2,26 \cdot 10^3$	4,6584·10	$1,5003 \cdot 10^2$	6,8254·10	7,1396·10
115	$2,28 \cdot 10^3$	4,7254·10	$1,5003 \cdot 10^2$	6,6428·10	7,1396·10
116	$2,30 \cdot 10^3$	4,7934·10	$1,5003 \cdot 10^2$	6,4686·10	7,1396·10
117	$2,32 \cdot 10^3$	4,8621·10	$1,5003 \cdot 10^2$	6,3152·10	7,1396·10
118	$2,34 \cdot 10^3$	4,9317·10	$1,5002 \cdot 10^2$	6,1933·10	7,1396·10
119	$2,36 \cdot 10^3$	5,0020·10	$1,5002 \cdot 10^2$	6,1121·10	7,1396·10
120	$2,38 \cdot 10^3$	5,0731·10	$1,5002 \cdot 10^2$	6,0777·10	7,1396·10
121	$2,40 \cdot 10^3$	5,1448·10	$1,5002 \cdot 10^2$	6,0937·10	7,1396·10
122	$2,42 \cdot 10^3$	5,2171·10	$1,5002 \cdot 10^2$	6,1602·10	7,1396·10
123	$2,44 \cdot 10^3$	5,2901·10	$1,5002 \cdot 10^2$	6,2743·10	7,1396·10
124	$2,46 \cdot 10^3$	5,3636·10	$1,5002 \cdot 10^2$	6,4299·10	7,1396·10
125	$2,48 \cdot 10^3$	5,4377·10	$1,5001 \cdot 10^2$	6,6186·10	7,1397·10
126	$2,50 \cdot 10^3$	5,5124·10	$1,5001 \cdot 10^2$	6,8296·10	7,1397·10
127	$2,52 \cdot 10^3$	5,5875·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,0508·10	7,1397·10
128	$2,54 \cdot 10^3$	5,6631·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,2695·10	7,1397·10
129	$2,56 \cdot 10^3$	5,7391·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,4730·10	7,1397·10
130	$2,58 \cdot 10^3$	5,8155·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,6498·10	7,1397·10
131	$2,60 \cdot 10^3$	5,8924·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,7897·10	7,1397·10
132	$2,62 \cdot 10^3$	5,9696·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,8852·10	7,1397·10
133	$2,64 \cdot 10^3$	5,9893·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,9312·10	7,1397·10
134	$2,66 \cdot 10^3$	5,9672·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,9260·10	7,1397·10
135	$2,68 \cdot 10^3$	5,9455·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,8710·10	7,1397·10
136	$2,70 \cdot 10^3$	5,9241·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,7706·10	7,1397·10
137	$2,72 \cdot 10^3$	5,9031·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,6323·10	7,1397·10
138	$2,74 \cdot 10^3$	5,8823·10	$1,5001 \cdot 10^2$	7,4656·10	7,1397·10
139	$2,76 \cdot 10^3$	5,8617·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,2822·10	7,1397·10
140	$2,78 \cdot 10^3$	5,8415·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,0946·10	7,1397·10
141	$2,80 \cdot 10^3$	5,8215·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,9154·10	7,1397·10
142	$2,82 \cdot 10^3$	5,8017·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,7571·10	7,1397·10
143	$2,84 \cdot 10^3$	5,7822·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,6304·10	7,1397·10
144	$2,86 \cdot 10^3$	5,7629·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,5443·10	7,1397·10
145	$2,88 \cdot 10^3$	5,7438·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,5052·10	7,1397·10
146	$2,90 \cdot 10^3$	5,7248·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,5165·10	7,1397·10
147	$2,92 \cdot 10^3$	5,7061·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,5784·10	7,1397·10
148	$2,94 \cdot 10^3$	5,6876·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,6879·10	7,1397·10
149	$2,96 \cdot 10^3$	5,6692·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,8390·10	7,1397·10
150	$2,98 \cdot 10^3$	5,6510·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,0232·10	7,1397·10
151	$3,00 \cdot 10^3$	5,6329·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,2298·10	7,1397·10
152	$3,02 \cdot 10^3$	5,5150·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,3920·10	7,0397·10
153	$3,04 \cdot 10^3$	5,3972·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,5522·10	6,9397·10
154	$3,06 \cdot 10^3$	5,2796·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,6980·10	6,8397·10



Продовження табл. 7.7

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
155	$3,08 \cdot 10^3$	5,1620·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,8176·10	6,7398·10
156	$3,10 \cdot 10^3$	5,0446·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,9010·10	6,6398·10
157	$3,12 \cdot 10^3$	4,9273·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,9405·10	6,5398·10
158	$3,14 \cdot 10^3$	4,8101·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,9313·10	6,4398·10
159	$3,16 \cdot 10^3$	4,6930·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,8714·10	6,3398·10
160	$3,18 \cdot 10^3$	4,5760·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,7622·10	6,2398·10
161	$3,20 \cdot 10^3$	4,4591·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,6083·10	6,1398·10
162	$3,22 \cdot 10^3$	4,3423·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,4170·10	6,0398·10
163	$3,24 \cdot 10^3$	4,2255·10	$1,5000 \cdot 10^2$	7,1981·10	5,9398·10
164	$3,26 \cdot 10^3$	4,1088·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,9629·10	5,8398·10
165	$3,28 \cdot 10^3$	3,9963·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,7240·10	5,7398·10
166	$3,30 \cdot 10^3$	3,9796·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,4942·10	5,6398·10
167	$3,32 \cdot 10^3$	3,9630·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,2858·10	5,5398·10
168	$3,34 \cdot 10^3$	3,9465·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,1095·10	5,4398·10
169	$3,36 \cdot 10^3$	3,9344·10	$1,5309 \cdot 10^2$	6,0151·10	5,3354·10
170	$3,38 \cdot 10^3$	3,9340·10	$1,5635 \cdot 10^2$	6,0124·10	5,2191·10
171	$3,40 \cdot 10^3$	3,9358·10	$1,4260 \cdot 10^2$	6,0138·10	5,1011·10
172	$3,42 \cdot 10^3$	3,9340·10	$1,4982 \cdot 10^2$	6,0147·10	4,9866·10
173	$3,44 \cdot 10^3$	3,9246·10	$1,4816 \cdot 10^2$	6,0170·10	4,8797·10
174	$3,46 \cdot 10^3$	3,9092·10	$1,4796 \cdot 10^2$	6,0646·10	4,7789·10
175	$3,48 \cdot 10^3$	3,8924·10	$1,5004 \cdot 10^2$	6,1770·10	4,6793·10
176	$3,50 \cdot 10^3$	3,8761·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,3336·10	4,5793·10
177	$3,52 \cdot 10^3$	3,8598·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,5042·10	4,4793·10
178	$3,54 \cdot 10^3$	3,8435·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,6738·10	4,3793·10
179	$3,56 \cdot 10^3$	3,8272·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,8290·10	4,2793·10
180	$3,58 \cdot 10^3$	3,8109·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,9581·10	4,1793·10
181	$3,60 \cdot 10^3$	3,7945·10	$1,4999 \cdot 10^2$	7,0509·10	4,0793·10
182	$3,62 \cdot 10^3$	3,7781·10	$1,4999 \cdot 10^2$	7,0997·10	3,9793·10
183	$3,64 \cdot 10^3$	3,7617·10	$1,4999 \cdot 10^2$	7,0997·10	3,8793·10
184	$3,66 \cdot 10^3$	3,7453·10	$1,4999 \cdot 10^2$	7,0489·10	3,7793·10
185	$3,68 \cdot 10^3$	3,7288·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,9487·10	3,6793·10
186	$3,70 \cdot 10^3$	3,7123·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,8037·10	3,5793·10
187	$3,72 \cdot 10^3$	3,6957·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,6213·10	3,4793·10
188	$3,74 \cdot 10^3$	3,6791·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,4110·10	3,3793·10
189	$3,76 \cdot 10^3$	3,6624·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,1844·10	3,2793·10
190	$3,78 \cdot 10^3$	3,6491·10	$1,5390 \cdot 10^2$	6,0119·10	3,1758·10
191	$3,80 \cdot 10^3$	3,6534·10	$1,6255 \cdot 10^2$	6,0040·10	3,0542·10
192	$3,82 \cdot 10^3$	3,6697·10	$1,4886 \cdot 10^2$	5,9977·10	2,9211·10
193	$3,84 \cdot 10^3$	3,6945·10	$1,5012 \cdot 10^2$	5,9888·10	2,7793·10
194	$3,86 \cdot 10^3$	3,7253·10	$1,5006 \cdot 10^2$	5,9816·10	2,6315·10
195	$3,88 \cdot 10^3$	3,7592·10	$1,5000 \cdot 10^2$	5,9790·10	2,4804·10
196	$3,90 \cdot 10^3$	3,7932·10	$1,4995 \cdot 10^2$	5,9823·10	2,3291·10
197	$3,92 \cdot 10^3$	3,8245·10	$1,4989 \cdot 10^2$	5,9900·10	2,1805·10
198	$3,94 \cdot 10^3$	3,8503·10	$1,4984 \cdot 10^2$	5,9987·10	2,0371·10
199	$3,96 \cdot 10^3$	3,8686·10	$1,4979 \cdot 10^2$	6,0063·10	1,9013·10
200	$3,98 \cdot 10^3$	3,8776·10	$1,4975 \cdot 10^2$	6,0118·10	1,7745·10
201	$4,00 \cdot 10^3$	3,8767·10	$1,4973 \cdot 10^2$	6,0155·10	1,6575·10
202	$4,02 \cdot 10^3$	3,8658·10	$1,4781 \cdot 10^2$	6,0179·10	1,5505·10
203	$4,04 \cdot 10^3$	3,8487·10	$1,4754 \cdot 10^2$	6,0746·10	1,4496·10

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.7

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
204	$4,06 \cdot 10^3$	3,8298·10	$1,5001 \cdot 10^2$	6,1846·10	1,3500·10
205	$4,08 \cdot 10^3$	3,8113·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,3099·10	1,2500·10
206	$4,10 \cdot 10^3$	3,7926·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,4066·10	1,1500·10
207	$4,12 \cdot 10^3$	3,7737·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,4615·10	1,0500·10
208	$4,14 \cdot 10^3$	3,7547·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,4682·10	9,5006·10
209	$4,16 \cdot 10^3$	3,7354·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,4242·10	8,5006·10
210	$4,18 \cdot 10^3$	3,7159·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,3309·10	7,5005·10
211	$4,20 \cdot 10^3$	3,6962·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,1926·10	6,5005·10
212	$4,22 \cdot 10^3$	3,6763·10	$1,5044 \cdot 10^2$	6,0172·10	5,5003·10
213	$4,24 \cdot 10^3$	3,6684·10	$1,5290 \cdot 10^2$	6,0116·10	4,3767·10
214	$4,26 \cdot 10^3$	3,6701·10	$1,6003 \cdot 10^2$	6,0048·10	3,1507·10
215	$4,28 \cdot 10^3$	3,6824·10	$1,5079 \cdot 10^2$	5,9983·10	1,8232·10
216	$4,30 \cdot 10^3$	3,7033·10	$1,5014 \cdot 10^2$	5,9880·10	$4,0444 \cdot 10^{-1}$
217	$4,32 \cdot 10^3$	3,7317·10	$1,5011 \cdot 10^2$	5,9753·10	0,0000
218	$4,34 \cdot 10^3$	3,7660·10	$1,5007 \cdot 10^2$	5,9618·10	0,0000
219	$4,36 \cdot 10^3$	3,8043·10	$1,5003 \cdot 10^2$	5,9511·10	0,0000
220	$4,38 \cdot 10^3$	3,8446·10	$1,4999 \cdot 10^2$	5,9477·10	0,0000
221	$4,40 \cdot 10^3$	3,8846·10	$1,4996 \cdot 10^2$	5,9541·10	0,0000
222	$4,42 \cdot 10^3$	3,9221·10	$1,4991 \cdot 10^2$	5,9681·10	0,0000
223	$4,44 \cdot 10^3$	3,9550·10	$1,4987 \cdot 10^2$	5,9840·10	0,0000
224	$4,46 \cdot 10^3$	3,9815·10	$1,4984 \cdot 10^2$	5,9976·10	0,0000
225	$4,48 \cdot 10^3$	4,0002·10	$1,4981 \cdot 10^2$	6,0075·10	0,0000
226	$4,50 \cdot 10^3$	4,0105·10	$1,4979 \cdot 10^2$	6,0143·10	0,0000
227	$4,52 \cdot 10^3$	4,0122·10	$1,4978 \cdot 10^2$	6,0186·10	0,0000
228	$4,54 \cdot 10^3$	4,0057·10	$1,4909 \cdot 10^2$	6,0213·10	0,0000
229	$4,56 \cdot 10^3$	3,9918·10	$1,4753 \cdot 10^2$	6,0228·10	0,0000
230	$4,58 \cdot 10^3$	3,9717·10	$1,5253 \cdot 10^2$	6,0228·10	0,0000
231	$4,60 \cdot 10^3$	3,9470·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0229·10	0,0000
232	$4,62 \cdot 10^3$	3,9198·10	$1,4997 \cdot 10^2$	6,0222·10	0,0000
233	$4,64 \cdot 10^3$	3,8920·10	$1,5004 \cdot 10^2$	6,0211·10	0,0000
234	$4,66 \cdot 10^3$	3,8656·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0194·10	0,0000
235	$4,68 \cdot 10^3$	3,8424·10	$1,5017 \cdot 10^2$	6,0172·10	0,0000
236	$4,70 \cdot 10^3$	3,8242·10	$1,5021 \cdot 10^2$	6,0142·10	0,0000
237	$4,72 \cdot 10^3$	3,8120·10	$1,5024 \cdot 10^2$	6,0102·10	0,0000
238	$4,74 \cdot 10^3$	3,8067·10	$1,5376 \cdot 10^2$	6,0042·10	0,0000
239	$4,76 \cdot 10^3$	3,8080·10	$1,5879 \cdot 10^2$	5,9955·10	0,0000
240	$4,78 \cdot 10^3$	3,8179·10	$1,5043 \cdot 10^2$	5,9869·10	0,0000
241	$4,80 \cdot 10^3$	3,8334·10	$1,5011 \cdot 10^2$	5,9731·10	0,0000
242	$4,82 \cdot 10^3$	3,8541·10	$1,5008 \cdot 10^2$	5,9563·10	0,0000
243	$4,84 \cdot 10^3$	3,8788·10	$1,5004 \cdot 10^2$	5,9386·10	0,0000
244	$4,86 \cdot 10^3$	3,9057·10	$1,5001 \cdot 10^2$	5,9247·10	0,0000
245	$4,88 \cdot 10^3$	3,9332·10	$1,4997 \cdot 10^2$	5,9204·10	0,0000
246	$4,90 \cdot 10^3$	3,9594·10	$1,4993 \cdot 10^2$	5,9293·10	0,0000
247	$4,92 \cdot 10^3$	3,9824·10	$1,4989 \cdot 10^2$	5,9489·10	0,0000
248	$4,94 \cdot 10^3$	4,0002·10	$1,4984 \cdot 10^2$	5,9714·10	0,0000
249	$4,96 \cdot 10^3$	4,0111·10	$1,4981 \cdot 10^2$	5,9906·10	0,0000
250	$4,98 \cdot 10^3$	4,0139·10	$1,4978 \cdot 10^2$	6,0048·10	0,0000
251	$5,00 \cdot 10^3$	4,0080·10	$1,4910 \cdot 10^2$	6,0145·10	0,0000
252	$5,02 \cdot 10^3$	3,9934·10	$1,4707 \cdot 10^2$	6,0210·10	$6,2810 \cdot 10^{-1}$

Продовження табл. 7.7

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
253	$5,04 \cdot 10^3$	3,9699·10	$1,5050 \cdot 10^2$	6,0241·10	1,3249
254	$5,06 \cdot 10^3$	3,9380·10	$1,4973 \cdot 10^2$	6,0264·10	2,0827
255	$5,08 \cdot 10^3$	3,8991·10	$1,4978 \cdot 10^2$	6,0272·10	2,8904
256	$5,10 \cdot 10^3$	3,8546·10	$1,4984 \cdot 10^2$	6,0273·10	3,7337
257	$5,12 \cdot 10^3$	3,8062·10	$1,4991 \cdot 10^2$	6,0265·10	4,5959
258	$5,14 \cdot 10^3$	3,7557·10	$1,4998 \cdot 10^2$	6,0252·10	5,4594
259	$5,16 \cdot 10^3$	3,7051·10	$1,5006 \cdot 10^2$	6,0232·10	6,3063
260	$5,18 \cdot 10^3$	3,6562·10	$1,5012 \cdot 10^2$	6,0205·10	7,1200
261	$5,20 \cdot 10^3$	3,6108·10	$1,5018 \cdot 10^2$	6,0168·10	7,8857
262	$5,22 \cdot 10^3$	3,5703·10	$1,5022 \cdot 10^2$	6,0118·10	8,5920
263	$5,24 \cdot 10^3$	3,5358·10	$1,5025 \cdot 10^2$	6,0050·10	9,2310
264	$5,26 \cdot 10^3$	3,5082·10	$1,5026 \cdot 10^2$	5,9956·10	9,7994
265	$5,28 \cdot 10^3$	3,4876·10	$1,5025 \cdot 10^2$	5,9828·10	1,0298·10
266	$5,30 \cdot 10^3$	3,4741·10	$1,5023 \cdot 10^2$	5,9660·10	1,0732·10
267	$5,32 \cdot 10^3$	3,4669·10	$1,5180 \cdot 10^2$	5,9449·10	1,1111·10
268	$5,34 \cdot 10^3$	3,4646·10	$1,5524 \cdot 10^2$	5,9209·10	1,1446·10
269	$5,36 \cdot 10^3$	3,4690·10	$1,4744 \cdot 10^2$	5,9147·10	1,1747·10
270	$5,38 \cdot 10^3$	3,4754·10	$1,5005 \cdot 10^2$	5,9019·10	1,2035·10
271	$5,40 \cdot 10^3$	3,4840·10	$1,5001 \cdot 10^2$	5,9124·10	1,2321·10
272	$5,42 \cdot 10^3$	3,4931·10	$1,4997 \cdot 10^2$	5,9364·10	1,2622·10
273	$5,44 \cdot 10^3$	3,5010·10	$1,4993 \cdot 10^2$	5,9645·10	1,2955·10
274	$5,46 \cdot 10^3$	3,5062·10	$1,4990 \cdot 10^2$	5,9887·10	1,3336·10
275	$5,48 \cdot 10^3$	3,5076·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0064·10	1,3774·10
276	$5,50 \cdot 10^3$	3,5046·10	$1,4988 \cdot 10^2$	6,0183·10	1,4276·10
277	$5,52 \cdot 10^3$	3,4971·10	$1,4927 \cdot 10^2$	6,0261·10	1,4844·10
278	$5,54 \cdot 10^3$	3,4853·10	$1,4834 \cdot 10^2$	6,0309·10	1,5473·10
279	$5,56 \cdot 10^3$	3,4695·10	$1,5608 \cdot 10^2$	6,0318·10	1,6160·10
280	$5,58 \cdot 10^3$	3,4507·10	$1,4993 \cdot 10^2$	6,0343·10	1,6892·10
281	$5,60 \cdot 10^3$	3,4301·10	$1,4998 \cdot 10^2$	6,0343·10	1,7658·10
282	$5,62 \cdot 10^3$	3,4093·10	$1,5003 \cdot 10^2$	6,0335·10	1,8442·10
283	$5,64 \cdot 10^3$	3,3896·10	$1,5009 \cdot 10^2$	6,0319·10	1,9228·10
284	$5,66 \cdot 10^3$	3,3726·10	$1,5014 \cdot 10^2$	6,0295·10	2,0000·10
285	$5,68 \cdot 10^3$	3,3599·10	$1,5019 \cdot 10^2$	6,0262·10	2,0743·10
286	$5,70 \cdot 10^3$	3,3526·10	$1,5187 \cdot 10^2$	6,0216·10	2,1444·10
287	$5,72 \cdot 10^3$	3,3513·10	$1,5674 \cdot 10^2$	6,0146·10	2,2091·10
288	$5,74 \cdot 10^3$	3,3580·10	$1,5110 \cdot 10^2$	6,0082·10	2,2677·10
289	$5,76 \cdot 10^3$	3,3717·10	$1,5014 \cdot 10^2$	5,9969·10	2,3200·10
290	$5,78 \cdot 10^3$	3,3927·10	$1,5013 \cdot 10^2$	5,9820·10	2,3659·10
291	$5,80 \cdot 10^3$	3,4205·10	$1,5011 \cdot 10^2$	5,9625·10	2,4060·10
292	$5,82 \cdot 10^3$	3,4541·10	$1,5008 \cdot 10^2$	5,9390·10	2,4411·10
293	$5,84 \cdot 10^3$	3,4926·10	$1,5006 \cdot 10^2$	5,9145·10	2,4721·10
294	$5,86 \cdot 10^3$	3,5347·10	$1,5003 \cdot 10^2$	5,8951·10	2,5003·10
295	$5,88 \cdot 10^3$	3,5790·10	$1,5001 \cdot 10^2$	5,8886·10	2,5270·10
296	$5,90 \cdot 10^3$	3,6241·10	$1,4999 \cdot 10^2$	5,9003·10	2,5535·10
297	$5,92 \cdot 10^3$	3,6685·10	$1,4996 \cdot 10^2$	5,9278·10	2,5814·10
298	$5,94 \cdot 10^3$	3,7106·10	$1,4993 \cdot 10^2$	5,9605·10	2,6123·10
299	$5,96 \cdot 10^3$	3,7488·10	$1,4991 \cdot 10^2$	5,9888·10	2,6476·10
300	$5,98 \cdot 10^3$	3,7821·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0094·10	2,6883·10
301	$6,00 \cdot 10^3$	3,8101·10	$1,4988 \cdot 10^2$	6,0233·10	2,7350·10
302	$6,02 \cdot 10^3$	3,8321·10	$1,4987 \cdot 10^2$	6,0326·10	2,7880·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.7

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
303	$6,04 \cdot 10^3$	3,8485·10	$1,4988 \cdot 10^2$	6,0380·10	2,8472·10
304	$6,06 \cdot 10^3$	3,8599·10	$1,4990 \cdot 10^2$	6,0409·10	2,9118·10
305	$6,08 \cdot 10^3$	3,8672·10	$1,4992 \cdot 10^2$	6,0422·10	2,9809·10
306	$6,10 \cdot 10^3$	3,8714·10	$1,4995 \cdot 10^2$	6,0422·10	3,0535·10
307	$6,12 \cdot 10^3$	3,8741·10	$1,4999 \cdot 10^2$	6,0412·10	3,1281·10
308	$6,14 \cdot 10^3$	3,8767·10	$1,5003 \cdot 10^2$	6,0394·10	3,2031·10
309	$6,16 \cdot 10^3$	3,8807·10	$1,5006 \cdot 10^2$	6,0368·10	3,2770·10
310	$6,18 \cdot 10^3$	3,8876·10	$1,5009 \cdot 10^2$	6,0332·10	3,3484·10
311	$6,20 \cdot 10^3$	3,8987·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0285·10	3,4159·10
312	$6,22 \cdot 10^3$	3,9150·10	$1,5012 \cdot 10^2$	6,0222·10	3,4785·10
313	$6,24 \cdot 10^3$	3,9372·10	$1,5012 \cdot 10^2$	6,0137·10	3,5354·10
314	$6,26 \cdot 10^3$	3,9658·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0023·10	3,5863·10
315	$6,28 \cdot 10^3$	4,0006·10	$1,5010 \cdot 10^2$	5,9869·10	3,6312·10
316	$6,30 \cdot 10^3$	4,0412·10	$1,5008 \cdot 10^2$	5,9671·10	3,6706·10
317	$6,32 \cdot 10^3$	4,0869·10	$1,5006 \cdot 10^2$	5,9434·10	3,7051·10
318	$6,34 \cdot 10^3$	4,1366·10	$1,5004 \cdot 10^2$	5,9189·10	3,7358·10
319	$6,36 \cdot 10^3$	4,1893·10	$1,5002 \cdot 10^2$	5,8999·10	3,7638·10
320	$6,38 \cdot 10^3$	4,2436·10	$1,5000 \cdot 10^2$	5,8940·10	3,7903·10
321	$6,40 \cdot 10^3$	4,2983·10	$1,4998 \cdot 10^2$	5,9064·10	3,8168·10
322	$6,42 \cdot 10^3$	4,3516·10	$1,4996 \cdot 10^2$	5,9343·10	3,8447·10
323	$6,44 \cdot 10^3$	4,4021·10	$1,4993 \cdot 10^2$	5,9672·10	3,8756·10
324	$6,46 \cdot 10^3$	4,4483·10	$1,4991 \cdot 10^2$	5,9953·10	3,9110·10
325	$6,48 \cdot 10^3$	4,4891·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0157·10	3,9520·10
326	$6,50 \cdot 10^3$	4,5240·10	$1,4988 \cdot 10^2$	6,0293·10	3,9990·10
327	$6,52 \cdot 10^3$	4,5528·10	$1,4988 \cdot 10^2$	6,0379·10	4,0523·10
328	$6,54 \cdot 10^3$	4,5756·10	$1,4988 \cdot 10^2$	6,0430·10	4,1117·10
329	$6,56 \cdot 10^3$	4,5931·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0457·10	4,1766·10
330	$6,58 \cdot 10^3$	4,6061·10	$1,4992 \cdot 10^2$	6,0468·10	4,2461·10
331	$6,60 \cdot 10^3$	4,6158·10	$1,4995 \cdot 10^2$	6,0466·10	4,3189·10
332	$6,62 \cdot 10^3$	4,6236·10	$1,4998 \cdot 10^2$	6,0455·10	4,3938·10
333	$6,64 \cdot 10^3$	4,6311·10	$1,5002 \cdot 10^2$	6,0435·10	4,4692·10
334	$6,66 \cdot 10^3$	4,6397·10	$1,5005 \cdot 10^2$	6,0407·10	4,5434·10
335	$6,68 \cdot 10^3$	4,6510·10	$1,5008 \cdot 10^2$	6,0370·10	4,6151·10
336	$6,70 \cdot 10^3$	4,6663·10	$1,5010 \cdot 10^2$	6,0321·10	4,6829·10
337	$6,72 \cdot 10^3$	4,6866·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0257·10	4,7457·10
338	$6,74 \cdot 10^3$	4,7126·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0172·10	4,8029·10
339	$6,76 \cdot 10^3$	4,7448·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0057·10	4,8540·10
340	$6,78 \cdot 10^3$	4,7830·10	$1,5009 \cdot 10^2$	5,9903·10	4,8991·10
341	$6,80 \cdot 10^3$	4,8269·10	$1,5007 \cdot 10^2$	5,9705·10	4,9386·10
342	$6,82 \cdot 10^3$	4,8757·10	$1,5005 \cdot 10^2$	5,9468·10	4,9733·10
343	$6,84 \cdot 10^3$	4,9284·10	$1,5003 \cdot 10^2$	5,9224·10	5,0041·10
344	$6,86 \cdot 10^3$	4,9839·10	$1,5002 \cdot 10^2$	5,9034·10	5,0322·10
345	$6,88 \cdot 10^3$	5,0408·10	$1,5000 \cdot 10^2$	5,8975·10	5,0589·10
346	$6,90 \cdot 10^3$	5,0979·10	$1,4998 \cdot 10^2$	5,9097·10	5,0854·10
347	$6,92 \cdot 10^3$	5,1535·10	$1,4996 \cdot 10^2$	5,9373·10	5,1134·10
348	$6,94 \cdot 10^3$	5,2061·10	$1,4993 \cdot 10^2$	5,9698·10	5,1445·10
349	$6,96 \cdot 10^3$	5,2542·10	$1,4991 \cdot 10^2$	5,9977·10	5,1801·10
350	$6,98 \cdot 10^3$	5,2968·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0178·10	5,2212·10
351	$7,00 \cdot 10^3$	5,3333·10	$1,4988 \cdot 10^2$	6,0312·10	5,2684·10
352	$7,02 \cdot 10^3$	5,3635·10	$1,4987 \cdot 10^2$	6,0396·10	5,3219·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
353	$7,04 \cdot 10^3$	5,3876·10	$1,4988 \cdot 10^2$	6,0446·10	5,3815·10
354	$7,06 \cdot 10^3$	5,4061·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0472·10	5,4467·10
355	$7,08 \cdot 10^3$	5,4200·10	$1,4991 \cdot 10^2$	6,0482·10	5,5164·10
356	$7,10 \cdot 10^3$	5,4305·10	$1,4995 \cdot 10^2$	6,0480·10	5,5896·10
357	$7,12 \cdot 10^3$	5,4390·10	$1,4998 \cdot 10^2$	6,0468·10	5,6648·10
358	$7,14 \cdot 10^3$	5,4470·10	$1,5002 \cdot 10^2$	6,0447·10	5,7404·10
359	$7,16 \cdot 10^3$	5,4560·10	$1,5005 \cdot 10^2$	6,0419·10	5,8149·10
360	$7,18 \cdot 10^3$	5,4676·10	$1,5008 \cdot 10^2$	6,0382·10	5,8869·10
361	$7,20 \cdot 10^3$	5,4830·10	$1,5010 \cdot 10^2$	6,0333·10	5,9549·10
362	$7,22 \cdot 10^3$	5,5034·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0269·10	6,0180·10
363	$7,24 \cdot 10^3$	5,5294·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0184·10	6,0754·10
364	$7,26 \cdot 10^3$	5,5614·10	$1,5010 \cdot 10^2$	6,0069·10	6,1267·10
365	$7,28 \cdot 10^3$	5,5994·10	$1,5009 \cdot 10^2$	5,9916·10	6,1720·10
366	$7,30 \cdot 10^3$	5,6429·10	$1,5007 \cdot 10^2$	5,9718·10	6,2116·10
367	$7,32 \cdot 10^3$	5,6912·10	$1,5005 \cdot 10^2$	5,9482·10	6,2464·10
368	$7,34 \cdot 10^3$	5,7433·10	$1,5003 \cdot 10^2$	5,9240·10	6,2773·10
369	$7,36 \cdot 10^3$	5,7981·10	$1,5001 \cdot 10^2$	5,9050·10	6,3055·10
370	$7,38 \cdot 10^3$	5,8542·10	$1,5000 \cdot 10^2$	5,8991·10	6,3322·10
371	$7,40 \cdot 10^3$	5,9103·10	$1,4998 \cdot 10^2$	5,9112·10	6,3589·10
372	$7,42 \cdot 10^3$	5,9648·10	$1,4995 \cdot 10^2$	5,9386·10	6,3870·10
373	$7,44 \cdot 10^3$	6,0161·10	$1,4993 \cdot 10^2$	5,9709·10	6,4181·10
374	$7,46 \cdot 10^3$	6,0628·10	$1,4991 \cdot 10^2$	5,9985·10	6,4538·10
375	$7,48 \cdot 10^3$	6,1038·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0184·10	6,4951·10
376	$7,50 \cdot 10^3$	6,1386·10	$1,4987 \cdot 10^2$	6,0317·10	6,5425·10
377	$7,52 \cdot 10^3$	6,1669·10	$1,4987 \cdot 10^2$	6,0401·10	6,5962·10
378	$7,54 \cdot 10^3$	6,1889·10	$1,4987 \cdot 10^2$	6,0450·10	6,6560·10
379	$7,56 \cdot 10^3$	6,2052·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0476·10	6,7213·10
380	$7,58 \cdot 10^3$	6,2168·10	$1,4992 \cdot 10^2$	6,0485·10	6,7913·10
381	$7,60 \cdot 10^3$	6,2247·10	$1,4994 \cdot 10^2$	6,0482·10	6,8647·10
382	$7,62 \cdot 10^3$	6,2304·10	$1,4998 \cdot 10^2$	6,0470·10	6,9401·10
383	$7,64 \cdot 10^3$	6,2355·10	$1,5001 \cdot 10^2$	6,0450·10	7,0160·10
384	$7,66 \cdot 10^3$	6,2415·10	$1,5005 \cdot 10^2$	6,0422·10	7,0907·10
385	$7,68 \cdot 10^3$	6,2499·10	$1,5008 \cdot 10^2$	6,0384·10	7,1629·10
386	$7,70 \cdot 10^3$	6,2619·10	$1,5010 \cdot 10^2$	6,0336·10	7,2312·10
387	$7,72 \cdot 10^3$	6,2787·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0272·10	7,2944·10
388	$7,74 \cdot 10^3$	6,3010·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0187·10	7,3520·10
389	$7,76 \cdot 10^3$	6,3291·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0072·10	7,4034·10
390	$7,78 \cdot 10^3$	6,3630·10	$1,5009 \cdot 10^2$	5,9920·10	7,4488·10
391	$7,80 \cdot 10^3$	6,4022·10	$1,5007 \cdot 10^2$	5,9723·10	7,4886·10
392	$7,82 \cdot 10^3$	6,4461·10	$1,5005 \cdot 10^2$	5,9488·10	7,5235·10
393	$7,84 \cdot 10^3$	6,4935·10	$1,5003 \cdot 10^2$	5,9246·10	7,5545·10
394	$7,86 \cdot 10^3$	6,5433·10	$1,5001 \cdot 10^2$	5,9058·10	7,5827·10
395	$7,88 \cdot 10^3$	6,5942·10	$1,4999 \cdot 10^2$	5,8999·10	7,6095·10
396	$7,90 \cdot 10^3$	6,6449·10	$1,4997 \cdot 10^2$	5,9120·10	7,6362·10
397	$7,92 \cdot 10^3$	6,6937·10	$1,4994 \cdot 10^2$	5,9392·10	7,6644·10
398	$7,94 \cdot 10^3$	6,7390·10	$1,4992 \cdot 10^2$	5,9713·10	7,6957·10
399	$7,96 \cdot 10^3$	6,7794·10	$1,4989 \cdot 10^2$	5,9987·10	7,7315·10
400	$7,98 \cdot 10^3$	6,8138·10	$1,4987 \cdot 10^2$	6,0186·10	7,7729·10
401	$8,00 \cdot 10^3$	6,8416·10	$1,4986 \cdot 10^2$	6,0318·10	7,8204·10
402	$8,02 \cdot 10^3$	6,8625·10	$1,4985 \cdot 10^2$	6,0401·10	7,8742·10

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.7

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
403	$8,04 \cdot 10^3$	6,8768·10	$1,4985 \cdot 10^2$	6,0450·10	7,9342·10
404	$8,06 \cdot 10^3$	6,8850·10	$1,4987 \cdot 10^2$	6,0475·10	7,9997·10
405	$8,08 \cdot 10^3$	6,8881·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0484·10	7,9728·10
406	$8,10 \cdot 10^3$	6,8870·10	$1,4993 \cdot 10^2$	6,0481·10	7,9464·10
407	$8,12 \cdot 10^3$	6,8834·10	$1,4996 \cdot 10^2$	6,0469·10	7,9220·10
408	$8,14 \cdot 10^3$	6,8786·10	$1,5000 \cdot 10^2$	6,0449·10	7,8981·10
409	$8,16 \cdot 10^3$	6,8742·10	$1,5004 \cdot 10^2$	6,0421·10	7,8730·10
410	$8,18 \cdot 10^3$	6,8717·10	$1,5007 \cdot 10^2$	6,0384·10	7,8454·10
411	$8,20 \cdot 10^3$	6,8723·10	$1,5010 \cdot 10^2$	6,0335·10	7,8138·10
412	$8,22 \cdot 10^3$	6,8771·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0271·10	7,7772·10
413	$8,24 \cdot 10^3$	6,8867·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0187·10	7,7349·10
414	$8,26 \cdot 10^3$	6,9015·10	$1,5011 \cdot 10^2$	6,0073·10	7,6864·10
415	$8,28 \cdot 10^3$	6,9214·10	$1,5009 \cdot 10^2$	5,9921·10	7,6319·10
416	$8,30 \cdot 10^3$	6,9459·10	$1,5007 \cdot 10^2$	5,9725·10	7,5718·10
417	$8,32 \cdot 10^3$	6,9742·10	$1,5005 \cdot 10^2$	5,9491·10	7,5067·10
418	$8,34 \cdot 10^3$	7,0052·10	$1,5002 \cdot 10^2$	5,9250·10	7,4378·10
419	$8,36 \cdot 10^3$	7,0377·10	$1,5000 \cdot 10^2$	5,9062·10	7,3661·10
420	$8,38 \cdot 10^3$	7,0704·10	$1,4997 \cdot 10^2$	5,9004·10	7,2930·10
421	$8,40 \cdot 10^3$	7,1017·10	$1,4994 \cdot 10^2$	5,9124·10	7,2197·10
422	$8,42 \cdot 10^3$	7,1301·10	$1,4990 \cdot 10^2$	5,9396·10	7,1480·10
423	$8,44 \cdot 10^3$	7,1539·10	$1,4987 \cdot 10^2$	5,9715·10	7,0793·10
424	$8,46 \cdot 10^3$	7,1715·10	$1,4983 \cdot 10^2$	5,9988·10	7,0152·10
425	$8,48 \cdot 10^3$	7,1817·10	$1,4981 \cdot 10^2$	6,0186·10	6,9566·10
426	$8,50 \cdot 10^3$	7,1841·10	$1,4979 \cdot 10^2$	6,0317·10	6,9042·10
427	$8,52 \cdot 10^3$	7,1782·10	$1,4920 \cdot 10^2$	6,0401·10	6,8582·10
428	$8,54 \cdot 10^3$	7,1644·10	$1,4743 \cdot 10^2$	6,0453·10	6,8182·10
429	$8,56 \cdot 10^3$	7,1430·10	$1,5177 \cdot 10^2$	6,0469·10	6,7839·10
430	$8,58 \cdot 10^3$	7,1147·10	$1,4979 \cdot 10^2$	6,0483·10	6,7542·10
431	$8,60 \cdot 10^3$	7,0810·10	$1,4984 \cdot 10^2$	6,0480·10	6,7279·10
432	$8,62 \cdot 10^3$	7,0433·10	$1,4990 \cdot 10^2$	6,0468·10	6,7037·10
433	$8,64 \cdot 10^3$	7,0031·10	$1,4996 \cdot 10^2$	6,0447·10	6,6799·10
434	$8,66 \cdot 10^3$	6,9623·10	$1,5003 \cdot 10^2$	6,0419·10	6,6550·10
435	$8,68 \cdot 10^3$	6,9225·10	$1,5009 \cdot 10^2$	6,0382·10	6,6274·10
436	$8,70 \cdot 10^3$	6,8852·10	$1,5014 \cdot 10^2$	6,0334·10	6,5960·10
437	$8,72 \cdot 10^3$	6,8518·10	$1,5018 \cdot 10^2$	6,0270·10	6,5595·10
438	$8,74 \cdot 10^3$	6,8235·10	$1,5021 \cdot 10^2$	6,0186·10	6,5173·10
439	$8,76 \cdot 10^3$	6,8011·10	$1,5022 \cdot 10^2$	6,0072·10	6,4690·10
440	$8,78 \cdot 10^3$	6,7848·10	$1,5022 \cdot 10^2$	5,9920·10	6,4145·10
441	$8,80 \cdot 10^3$	6,7747·10	$1,5020 \cdot 10^2$	5,9725·10	6,3545·10
442	$8,82 \cdot 10^3$	6,7699·10	$1,5345 \cdot 10^2$	5,9474·10	6,2895·10
443	$8,84 \cdot 10^3$	6,7695·10	$1,5655 \cdot 10^2$	5,9205·10	6,2207·10
444	$8,86 \cdot 10^3$	6,7764·10	$1,5002 \cdot 10^2$	5,9077·10	6,1489·10
445	$8,88 \cdot 10^3$	6,7846·10	$1,5004 \cdot 10^2$	5,9006·10	6,0758·10
446	$8,90 \cdot 10^3$	6,7948·10	$1,5001 \cdot 10^2$	5,9126·10	6,0026·10
447	$8,92 \cdot 10^3$	6,8055·10	$1,4997 \cdot 10^2$	5,9397·10	5,9309·10
448	$8,94 \cdot 10^3$	6,8151·10	$1,4994 \cdot 10^2$	5,9715·10	5,8623·10
449	$8,96 \cdot 10^3$	6,8223·10	$1,4991 \cdot 10^2$	5,9987·10	5,7982·10
450	$8,98 \cdot 10^3$	6,8258·10	$1,4989 \cdot 10^2$	6,0184·10	5,7397·10
451	$9,00 \cdot 10^3$	6,8252·10	$1,4988 \cdot 10^2$	6,0315·10	5,6874·10
452	$9,02 \cdot 10^3$	6,8202·10	$1,4984 \cdot 10^2$	6,0397·10	5,6415·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
453	9,04·10 <sup>3</sup>	6,8110·10	1,4894·10 <sup>2</sup>	6,0448·10	5,6016·10
454	9,06·10 <sup>3</sup>	6,7980·10	1,4817·10 <sup>2</sup>	6,0474·10	5,5674·10
455	9,08·10 <sup>3</sup>	6,7818·10	1,5022·10 <sup>2</sup>	6,0480·10	5,5378·10
456	9,10·10 <sup>3</sup>	6,7639·10	1,4997·10 <sup>2</sup>	6,0478·10	5,5116·10
457	9,12·10 <sup>3</sup>	6,7454·10	1,5003·10 <sup>2</sup>	6,0465·10	5,4875·10
458	9,14·10 <sup>3</sup>	6,7279·10	1,5008·10 <sup>2</sup>	6,0445·10	5,4638·10
459	9,16·10 <sup>3</sup>	6,7129·10	1,5013·10 <sup>2</sup>	6,0417·10	5,4390·10
460	9,18·10 <sup>3</sup>	6,7018·10	1,5017·10 <sup>2</sup>	6,0380·10	5,4116·10
461	9,20·10 <sup>3</sup>	6,6957·10	1,5270·10 <sup>2</sup>	6,0328·10	5,3802·10
462	9,22·10 <sup>3</sup>	6,6953·10	1,5731·10 <sup>2</sup>	6,0254·10	5,3439·10
463	9,24·10 <sup>3</sup>	6,7030·10	1,5072·10 <sup>2</sup>	6,0185·10	5,3017·10
464	9,26·10 <sup>3</sup>	6,7171·10	1,5014·10 <sup>2</sup>	6,0071·10	5,2534·10
465	9,28·10 <sup>3</sup>	6,7383·10	1,5013·10 <sup>2</sup>	5,9920·10	5,1991·10
466	9,30·10 <sup>3</sup>	6,7661·10	1,5011·10 <sup>2</sup>	5,9725·10	5,1390·10
467	9,32·10 <sup>3</sup>	6,7997·10	1,5008·10 <sup>2</sup>	5,9493·10	5,0741·10
468	9,34·10 <sup>3</sup>	6,8380·10	1,5006·10 <sup>2</sup>	5,9253·10	5,0052·10
469	9,36·10 <sup>3</sup>	6,8798·10	1,5003·10 <sup>2</sup>	5,9066·10	4,9336·10
470	9,38·10 <sup>3</sup>	6,9238·10	1,5001·10 <sup>2</sup>	5,9008·10	4,8605·10
471	9,40·10 <sup>3</sup>	6,9686·10	1,4998·10 <sup>2</sup>	5,9128·10	4,7874·10
472	9,42·10 <sup>3</sup>	7,0125·10	1,4996·10 <sup>2</sup>	5,9398·10	4,7157·10
473	9,44·10 <sup>3</sup>	7,0540·10	1,4993·10 <sup>2</sup>	5,9716·10	4,6471·10
474	9,46·10 <sup>3</sup>	7,0914·10	1,4991·10 <sup>2</sup>	5,9987·10	4,5831·10
475	9,48·10 <sup>3</sup>	7,1239·10	1,4989·10 <sup>2</sup>	6,0184·10	4,5247·10
476	9,50·10 <sup>3</sup>	7,1507·10	1,4988·10 <sup>2</sup>	6,0314·10	4,4724·10
477	9,52·10 <sup>3</sup>	7,1716·10	1,4987·10 <sup>2</sup>	6,0396·10	4,4265·10
478	9,54·10 <sup>3</sup>	7,1869·10	1,4988·10 <sup>2</sup>	6,0445·10	4,3868·10
479	9,56·10 <sup>3</sup>	7,1970·10	1,4989·10 <sup>2</sup>	6,0470·10	4,3526·10
480	9,58·10 <sup>3</sup>	7,2030·10	1,4992·10 <sup>2</sup>	6,0479·10	4,3231·10
481	9,60·10 <sup>3</sup>	7,2058·10	1,4995·10 <sup>2</sup>	6,0476·10	4,2970·10
482	9,62·10 <sup>3</sup>	7,2071·10	1,4999·10 <sup>2</sup>	6,0464·10	4,2729·10
483	9,64·10 <sup>3</sup>	7,2083·10	1,5003·10 <sup>2</sup>	6,0444·10	4,2493·10
484	9,66·10 <sup>3</sup>	7,2109·10	1,5006·10 <sup>2</sup>	6,0416·10	4,2246·10
485	9,68·10 <sup>3</sup>	7,2165·10	1,5009·10 <sup>2</sup>	6,0379·10	4,1973·10
486	9,70·10 <sup>3</sup>	7,2263·10	1,5012·10 <sup>2</sup>	6,0331·10	4,1660·10
487	9,72·10 <sup>3</sup>	7,2415·10	1,5013·10 <sup>2</sup>	6,0268·10	4,1297·10
488	9,74·10 <sup>3</sup>	7,2627·10	1,5013·10 <sup>2</sup>	6,0184·10	4,0876·10
489	9,76·10 <sup>3</sup>	7,2903·10	1,5012·10 <sup>2</sup>	6,0071·10	4,0394·10
490	9,78·10 <sup>3</sup>	7,3244·10	1,5010·10 <sup>2</sup>	5,9920·10	3,9851·10
491	9,80·10 <sup>3</sup>	7,3643·10	1,5008·10 <sup>2</sup>	5,9726·10	3,9251·10
492	9,82·10 <sup>3</sup>	7,4094·10	1,5006·10 <sup>2</sup>	5,9494·10	3,8601·10
493	9,84·10 <sup>3</sup>	7,4587·10	1,5004·10 <sup>2</sup>	5,9254·10	3,7913·10
494	9,86·10 <sup>3</sup>	7,5109·10	1,5002·10 <sup>2</sup>	5,9068·10	3,7197·10
495	9,88·10 <sup>3</sup>	7,5648·10	1,5000·10 <sup>2</sup>	5,9010·10	3,6467·10
496	9,90·10 <sup>3</sup>	7,6190·10	1,4998·10 <sup>2</sup>	5,9130·10	3,5735·10
497	9,92·10 <sup>3</sup>	7,6719·10	1,4996·10 <sup>2</sup>	5,9399·10	3,5019·10
498	9,94·10 <sup>3</sup>	7,7219·10	1,4993·10 <sup>2</sup>	5,9716·10	3,4333·10
499	9,96·10 <sup>3</sup>	7,7674·10	1,4991·10 <sup>2</sup>	5,9987·10	3,3694·10
500	9,98·10 <sup>3</sup>	7,8076·10	1,4989·10 <sup>2</sup>	6,0183·10	3,3110·10
501	1,00·10 <sup>4</sup>	7,8417·10	1,4988·10 <sup>2</sup>	6,0313·10	3,2587·10

### 7.5. Варіанти завдань

Таблиця 7.8. Вихідні вибірки змінної  $x_1$  для нештатного режиму

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
1	0,00	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
2	$2,00 \cdot 10$	$1,7232 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
3	$4,00 \cdot 10$	$1,9323 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
4	$6,00 \cdot 10$	$1,9341 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
5	$8,00 \cdot 10$	$1,9349 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
6	$1,00 \cdot 10^2$	$1,9360 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
7	$1,20 \cdot 10^2$	$1,9374 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
8	$1,40 \cdot 10^2$	$1,9390 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
9	$1,60 \cdot 10^2$	$1,9409 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
10	$1,80 \cdot 10^2$	$1,9430 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
11	$2,00 \cdot 10^2$	$1,9454 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
12	$2,20 \cdot 10^2$	$1,9481 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
13	$2,40 \cdot 10^2$	$1,9510 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
14	$2,60 \cdot 10^2$	$1,9542 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
15	$2,80 \cdot 10^2$	$1,9577 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
16	$3,00 \cdot 10^2$	$1,9615 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
17	$3,20 \cdot 10^2$	$1,9655 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
18	$3,40 \cdot 10^2$	$1,9699 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
19	$3,60 \cdot 10^2$	$1,9746 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
20	$3,80 \cdot 10^2$	$1,9795 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
21	$4,00 \cdot 10^2$	$1,9848 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
22	$4,20 \cdot 10^2$	$1,9904 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
23	$4,40 \cdot 10^2$	$1,9964 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
24	$4,60 \cdot 10^2$	$2,0027 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
25	$4,80 \cdot 10^2$	$2,0094 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
26	$5,00 \cdot 10^2$	$2,0164 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
27	$5,20 \cdot 10^2$	$2,0238 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
28	$5,40 \cdot 10^2$	$2,4256 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
29	$5,60 \cdot 10^2$	$2,5510 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
30	$5,80 \cdot 10^2$	$2,6675 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
31	$6,00 \cdot 10^2$	$2,7869 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
32	$6,20 \cdot 10^2$	$2,9096 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
33	$6,40 \cdot 10^2$	$3,0356 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
34	$6,60 \cdot 10^2$	$3,1651 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
35	$6,80 \cdot 10^2$	$3,2981 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
36	$7,00 \cdot 10^2$	$3,4349 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
37	$7,20 \cdot 10^2$	$3,4850 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
38	$7,40 \cdot 10^2$	$3,5317 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
39	$7,60 \cdot 10^2$	$3,5796 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
40	$7,80 \cdot 10^2$	$3,6289 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
41	$8,00 \cdot 10^2$	$3,6794 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
42	$8,20 \cdot 10^2$	$3,7313 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
43	$8,40 \cdot 10^2$	$3,7847 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
44	$8,60 \cdot 10^2$	$3,8395 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
45	$8,80 \cdot 10^2$	$3,8960 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
46	$9,00 \cdot 10^2$	$3,9540 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
47	$9,20 \cdot 10^2$	$4,0137 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
48	$9,40 \cdot 10^2$	$4,0751 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000



№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
49	$9,60 \cdot 10^2$	$4,1384 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
50	$9,80 \cdot 10^2$	$4,2036 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
51	$1,00 \cdot 10^3$	$4,2708 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
52	$1,02 \cdot 10^3$	$4,6972 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
53	$1,04 \cdot 10^3$	$5,1258 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
54	$1,06 \cdot 10^3$	$5,5179 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
55	$1,08 \cdot 10^3$	$5,8516 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
56	$1,10 \cdot 10^3$	$6,1306 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
57	$1,12 \cdot 10^3$	$6,3120 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
58	$1,14 \cdot 10^3$	$6,3975 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
59	$1,16 \cdot 10^3$	$6,3842 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
60	$1,18 \cdot 10^3$	$6,2756 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
61	$1,20 \cdot 10^3$	$6,0819 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
62	$1,22 \cdot 10^3$	$5,8190 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
63	$1,24 \cdot 10^3$	$5,5085 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
64	$1,26 \cdot 10^3$	$5,1897 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
65	$1,28 \cdot 10^3$	$4,8913 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
66	$1,30 \cdot 10^3$	$4,5594 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
67	$1,32 \cdot 10^3$	$4,3181 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
68	$1,34 \cdot 10^3$	$4,1631 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
69	$1,36 \cdot 10^3$	$4,1056 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
70	$1,38 \cdot 10^3$	$4,1604 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
71	$1,40 \cdot 10^3$	$4,3415 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
72	$1,42 \cdot 10^3$	$4,6566 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
73	$1,44 \cdot 10^3$	$5,0994 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
74	$1,46 \cdot 10^3$	$5,6410 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
75	$1,48 \cdot 10^3$	$6,2170 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
76	$1,50 \cdot 10^3$	$6,9814 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
77	$1,52 \cdot 10^3$	$7,6596 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
78	$1,54 \cdot 10^3$	$7,7632 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
79	$1,56 \cdot 10^3$	$7,8646 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
80	$1,58 \cdot 10^3$	$7,9667 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
81	$1,60 \cdot 10^3$	$8,0624 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
82	$1,62 \cdot 10^3$	$8,1466 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
83	$1,64 \cdot 10^3$	$8,2256 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
84	$1,66 \cdot 10^3$	$8,2971 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
85	$1,68 \cdot 10^3$	$8,3585 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
86	$1,70 \cdot 10^3$	$8,4076 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
87	$1,72 \cdot 10^3$	$8,5279 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
88	$1,74 \cdot 10^3$	$8,5357 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
89	$1,76 \cdot 10^3$	$8,5376 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
90	$1,78 \cdot 10^3$	$8,5193 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
91	$1,80 \cdot 10^3$	$7,6482 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
92	$1,82 \cdot 10^3$	$6,9991 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
93	$1,84 \cdot 10^3$	$6,6947 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
94	$1,86 \cdot 10^3$	$6,4395 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
95	$1,88 \cdot 10^3$	$6,3478 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
96	$1,90 \cdot 10^3$	$6,4410 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
97	$1,92 \cdot 10^3$	$6,7287 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.8

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
98	$1,94 \cdot 10^3$	$7,2040 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
99	$1,96 \cdot 10^3$	$7,7755 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
100	$1,98 \cdot 10^3$	$7,6807 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
101	$2,00 \cdot 10^3$	$7,5835 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
102	$2,02 \cdot 10^3$	$7,4897 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
103	$2,04 \cdot 10^3$	$7,3998 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
104	$2,06 \cdot 10^3$	$7,3140 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
105	$2,08 \cdot 10^3$	$7,2324 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
106	$2,10 \cdot 10^3$	$7,1550 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
107	$2,12 \cdot 10^3$	$7,0818 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
108	$2,14 \cdot 10^3$	$7,0127 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
109	$2,16 \cdot 10^3$	$6,9473 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
110	$2,18 \cdot 10^3$	$6,8857 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
111	$2,20 \cdot 10^3$	$6,8276 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
112	$2,22 \cdot 10^3$	$6,7727 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
113	$2,24 \cdot 10^3$	$6,7210 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
114	$2,26 \cdot 10^3$	$6,6721 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
115	$2,28 \cdot 10^3$	$6,6260 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
116	$2,30 \cdot 10^3$	$6,5825 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
117	$2,32 \cdot 10^3$	$6,5413 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
118	$2,34 \cdot 10^3$	$6,5024 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
119	$2,36 \cdot 10^3$	$6,4656 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
120	$2,38 \cdot 10^3$	$6,4307 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
121	$2,40 \cdot 10^3$	$6,3977 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
122	$2,42 \cdot 10^3$	$6,3664 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
123	$2,44 \cdot 10^3$	$6,3368 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
124	$2,46 \cdot 10^3$	$6,3086 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
125	$2,48 \cdot 10^3$	$6,2819 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
126	$2,50 \cdot 10^3$	$6,2565 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
127	$2,52 \cdot 10^3$	$6,2324 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
128	$2,54 \cdot 10^3$	$6,2095 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
129	$2,56 \cdot 10^3$	$6,1876 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
130	$2,58 \cdot 10^3$	$6,1669 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
131	$2,60 \cdot 10^3$	$6,1471 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
132	$2,62 \cdot 10^3$	$6,1283 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
133	$2,64 \cdot 10^3$	$6,1104 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
134	$2,66 \cdot 10^3$	$6,0933 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
135	$2,68 \cdot 10^3$	$6,0770 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
136	$2,70 \cdot 10^3$	$6,0615 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
137	$2,72 \cdot 10^3$	$6,0467 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
138	$2,74 \cdot 10^3$	$6,0326 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
139	$2,76 \cdot 10^3$	$6,0191 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
140	$2,78 \cdot 10^3$	$6,0063 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
141	$2,80 \cdot 10^3$	$5,9940 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
142	$2,82 \cdot 10^3$	$5,9824 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
143	$2,84 \cdot 10^3$	$5,9713 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
144	$2,86 \cdot 10^3$	$5,9607 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
145	$2,88 \cdot 10^3$	$5,9506 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
146	$2,90 \cdot 10^3$	$5,9410 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
147	$2,92 \cdot 10^3$	$5,9318 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
148	$2,94 \cdot 10^3$	$5,9231 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
149	$2,96 \cdot 10^3$	$5,9148 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
150	$2,98 \cdot 10^3$	$5,9069 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
151	$3,00 \cdot 10^3$	$5,8995 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
152	$3,02 \cdot 10^3$	$5,8924 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
153	$3,04 \cdot 10^3$	$5,8856 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
154	$3,06 \cdot 10^3$	$5,8793 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
155	$3,08 \cdot 10^3$	$5,8733 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
156	$3,10 \cdot 10^3$	$5,8676 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
157	$3,12 \cdot 10^3$	$5,8623 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
158	$3,14 \cdot 10^3$	$5,8572 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
159	$3,16 \cdot 10^3$	$5,8525 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
160	$3,18 \cdot 10^3$	$5,8481 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
161	$3,20 \cdot 10^3$	$5,8440 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
162	$3,22 \cdot 10^3$	$5,8402 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
163	$3,24 \cdot 10^3$	$5,8367 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
164	$3,26 \cdot 10^3$	$5,8334 \cdot 10^{-2}$	0,0000	0,0000
165	$3,28 \cdot 10^3$	$5,8305 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
166	$3,30 \cdot 10^3$	$5,8278 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
167	$3,32 \cdot 10^3$	$5,8253 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
168	$3,34 \cdot 10^3$	$5,8232 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
169	$3,36 \cdot 10^3$	$5,1430 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
170	$3,38 \cdot 10^3$	$4,9390 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
171	$3,40 \cdot 10^3$	$4,9260 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
172	$3,42 \cdot 10^3$	$5,2495 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
173	$3,44 \cdot 10^3$	$5,7139 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
174	$3,46 \cdot 10^3$	$5,7760 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
175	$3,48 \cdot 10^3$	$5,8160 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
176	$3,50 \cdot 10^3$	$5,8149 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
177	$3,52 \cdot 10^3$	$5,8150 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
178	$3,54 \cdot 10^3$	$5,8154 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
179	$3,56 \cdot 10^3$	$5,8160 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
180	$3,58 \cdot 10^3$	$5,8168 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
181	$3,60 \cdot 10^3$	$5,8179 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
182	$3,62 \cdot 10^3$	$5,8192 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
183	$3,64 \cdot 10^3$	$5,8208 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
184	$3,66 \cdot 10^3$	$5,8227 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
185	$3,68 \cdot 10^3$	$5,8248 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
186	$3,70 \cdot 10^3$	$5,8271 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
187	$3,72 \cdot 10^3$	$5,8298 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
188	$3,74 \cdot 10^3$	$5,8327 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
189	$3,76 \cdot 10^3$	$5,8359 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
190	$3,78 \cdot 10^3$	$5,0856 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
191	$3,80 \cdot 10^3$	$4,4997 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
192	$3,82 \cdot 10^3$	$3,9429 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
193	$3,84 \cdot 10^3$	$3,5871 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
194	$3,86 \cdot 10^3$	$3,3593 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
195	$3,88 \cdot 10^3$	$3,2777 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000

### 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.8

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
196	$3,90 \cdot 10^3$	$3,3436 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
197	$3,92 \cdot 10^3$	$3,5515 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
198	$3,94 \cdot 10^3$	$3,8826 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
199	$3,96 \cdot 10^3$	$4,3073 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
200	$3,98 \cdot 10^3$	$4,7914 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
201	$4,00 \cdot 10^3$	$5,2996 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
202	$4,02 \cdot 10^3$	$5,7905 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
203	$4,04 \cdot 10^3$	$5,8644 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
204	$4,06 \cdot 10^3$	$5,9213 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
205	$4,08 \cdot 10^3$	$5,9296 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
206	$4,10 \cdot 10^3$	$5,9386 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
207	$4,12 \cdot 10^3$	$5,9481 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
208	$4,14 \cdot 10^3$	$5,9581 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
209	$4,16 \cdot 10^3$	$5,9686 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
210	$4,18 \cdot 10^3$	$5,9795 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
211	$4,20 \cdot 10^3$	$5,9911 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
212	$4,22 \cdot 10^3$	$5,8236 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
213	$4,24 \cdot 10^3$	$5,1515 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
214	$4,26 \cdot 10^3$	$4,6800 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
215	$4,28 \cdot 10^3$	$4,1777 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
216	$4,30 \cdot 10^3$	$3,7546 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
217	$4,32 \cdot 10^3$	$3,4152 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
218	$4,34 \cdot 10^3$	$3,1672 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
219	$4,36 \cdot 10^3$	$3,0190 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
220	$4,38 \cdot 10^3$	$2,9759 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
221	$4,40 \cdot 10^3$	$3,0433 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
222	$4,42 \cdot 10^3$	$3,2226 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
223	$4,44 \cdot 10^3$	$3,5028 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
224	$4,46 \cdot 10^3$	$3,8607 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
225	$4,48 \cdot 10^3$	$4,2691 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
226	$4,50 \cdot 10^3$	$4,7005 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
227	$4,52 \cdot 10^3$	$5,1276 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
228	$4,54 \cdot 10^3$	$5,5207 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
229	$4,56 \cdot 10^3$	$5,8558 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
230	$4,58 \cdot 10^3$	$6,1421 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
231	$4,60 \cdot 10^3$	$6,3132 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
232	$4,62 \cdot 10^3$	$6,3934 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
233	$4,64 \cdot 10^3$	$6,3722 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
234	$4,66 \cdot 10^3$	$6,2533 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
235	$4,68 \cdot 10^3$	$6,0468 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
236	$4,70 \cdot 10^3$	$5,7683 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
237	$4,72 \cdot 10^3$	$5,4378 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
238	$4,74 \cdot 10^3$	$5,1006 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
239	$4,76 \cdot 10^3$	$4,7693 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
240	$4,78 \cdot 10^3$	$4,3819 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
241	$4,80 \cdot 10^3$	$4,0822 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
242	$4,82 \cdot 10^3$	$3,8514 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
243	$4,84 \cdot 10^3$	$3,6967 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
244	$4,86 \cdot 10^3$	$3,6252 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
245	$4,88 \cdot 10^3$	$3,6421 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
246	$4,90 \cdot 10^3$	$3,7538 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000

**Розділ 7. Гарантоване функціонування складних технічних систем за умов багатофакторних ризиків**

*Продовження табл. 7.8*

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
247	$4,92 \cdot 10^3$	$3,9654 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
248	$4,94 \cdot 10^3$	$4,2700 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
249	$4,96 \cdot 10^3$	$4,6473 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
250	$4,98 \cdot 10^3$	$5,0726 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
251	$5,00 \cdot 10^3$	$5,5156 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
252	$5,02 \cdot 10^3$	$5,9467 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
253	$5,04 \cdot 10^3$	$6,4040 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
254	$5,06 \cdot 10^3$	$6,7796 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
255	$5,08 \cdot 10^3$	$7,0981 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
256	$5,10 \cdot 10^3$	$7,3377 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
257	$5,12 \cdot 10^3$	$7,4877 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
258	$5,14 \cdot 10^3$	$7,5426 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
259	$5,16 \cdot 10^3$	$7,5020 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
260	$5,18 \cdot 10^3$	$7,3709 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
261	$5,20 \cdot 10^3$	$7,1596 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
262	$5,22 \cdot 10^3$	$6,8824 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
263	$5,24 \cdot 10^3$	$6,5577 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
264	$5,26 \cdot 10^3$	$6,2063 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
265	$5,28 \cdot 10^3$	$5,8501 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
266	$5,30 \cdot 10^3$	$5,5103 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
267	$5,32 \cdot 10^3$	$5,2266 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
268	$5,34 \cdot 10^3$	$5,0087 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
269	$5,36 \cdot 10^3$	$4,7434 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
270	$5,38 \cdot 10^3$	$4,6084 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
271	$5,40 \cdot 10^3$	$4,5438 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
272	$5,42 \cdot 10^3$	$4,5628 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
273	$5,44 \cdot 10^3$	$4,6631 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
274	$5,46 \cdot 10^3$	$4,8275 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
275	$5,48 \cdot 10^3$	$5,0343 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
276	$5,50 \cdot 10^3$	$5,2624 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
277	$5,52 \cdot 10^3$	$5,4862 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
278	$5,54 \cdot 10^3$	$5,6891 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
279	$5,56 \cdot 10^3$	$5,8899 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
280	$5,58 \cdot 10^3$	$5,9943 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
281	$5,60 \cdot 10^3$	$6,0476 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
282	$5,62 \cdot 10^3$	$6,0266 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
283	$5,64 \cdot 10^3$	$5,9279 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
284	$5,66 \cdot 10^3$	$5,7534 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
285	$5,68 \cdot 10^3$	$5,5100 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
286	$5,70 \cdot 10^3$	$5,2206 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
287	$5,72 \cdot 10^3$	$4,9071 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
288	$5,74 \cdot 10^3$	$4,5254 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
289	$5,76 \cdot 10^3$	$4,1290 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
290	$5,78 \cdot 10^3$	$3,7756 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
291	$5,80 \cdot 10^3$	$3,4568 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
292	$5,82 \cdot 10^3$	$3,1872 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
293	$5,84 \cdot 10^3$	$2,9764 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
294	$5,86 \cdot 10^3$	$2,8295 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
295	$5,88 \cdot 10^3$	$2,7509 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
296	$5,90 \cdot 10^3$	$2,7468 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
297	$5,92 \cdot 10^3$	$2,8248 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.8

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
298	$5,94 \cdot 10^3$	$2,9832 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
299	$5,96 \cdot 10^3$	$3,2042 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
300	$5,98 \cdot 10^3$	$3,4650 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
301	$6,00 \cdot 10^3$	$3,7448 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
302	$6,02 \cdot 10^3$	$4,0418 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
303	$6,04 \cdot 10^3$	$4,3101 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
304	$6,06 \cdot 10^3$	$4,5423 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
305	$6,08 \cdot 10^3$	$4,7226 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
306	$6,10 \cdot 10^3$	$4,8385 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
307	$6,12 \cdot 10^3$	$4,8816 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
308	$6,14 \cdot 10^3$	$4,8481 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
309	$6,16 \cdot 10^3$	$4,7390 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
310	$6,18 \cdot 10^3$	$4,5604 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
311	$6,20 \cdot 10^3$	$4,3227 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
312	$6,22 \cdot 10^3$	$4,0406 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
313	$6,24 \cdot 10^3$	$3,7315 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
314	$6,26 \cdot 10^3$	$3,4146 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
315	$6,28 \cdot 10^3$	$3,1098 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
316	$6,30 \cdot 10^3$	$2,8349 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
317	$6,32 \cdot 10^3$	$2,6047 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
318	$6,34 \cdot 10^3$	$2,4290 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
319	$6,36 \cdot 10^3$	$2,3138 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
320	$6,38 \cdot 10^3$	$2,2639 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
321	$6,40 \cdot 10^3$	$2,2866 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
322	$6,42 \cdot 10^3$	$2,3900 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
323	$6,44 \cdot 10^3$	$2,5730 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
324	$6,46 \cdot 10^3$	$2,8182 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
325	$6,48 \cdot 10^3$	$3,1034 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
326	$6,50 \cdot 10^3$	$3,4081 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
327	$6,52 \cdot 10^3$	$3,7130 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
328	$6,54 \cdot 10^3$	$3,9988 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
329	$6,56 \cdot 10^3$	$4,2475 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
330	$6,58 \cdot 10^3$	$4,4434 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
331	$6,60 \cdot 10^3$	$4,5740 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
332	$6,62 \cdot 10^3$	$4,6309 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
333	$6,64 \cdot 10^3$	$4,6101 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
334	$6,66 \cdot 10^3$	$4,5130 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
335	$6,68 \cdot 10^3$	$4,3455 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
336	$6,70 \cdot 10^3$	$4,1183 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
337	$6,72 \cdot 10^3$	$3,8459 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
338	$6,74 \cdot 10^3$	$3,5460 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
339	$6,76 \cdot 10^3$	$3,2380 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
340	$6,78 \cdot 10^3$	$2,9417 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
341	$6,80 \cdot 10^3$	$2,6753 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
342	$6,82 \cdot 10^3$	$2,4533 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
343	$6,84 \cdot 10^3$	$2,2859 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
344	$6,86 \cdot 10^3$	$2,1789 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
345	$6,88 \cdot 10^3$	$2,1375 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
346	$6,90 \cdot 10^3$	$2,1687 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
347	$6,92 \cdot 10^3$	$2,2808 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
348	$6,94 \cdot 10^3$	$2,4723 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000

**Розділ 7. Гарантоване функціонування складних технічних систем за умов багатофакторних ризиків**

*Продовження табл. 7.8*

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
349	$6,96 \cdot 10^3$	$2,7262 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
350	$6,98 \cdot 10^3$	$3,0199 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
351	$7,00 \cdot 10^3$	$3,3332 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
352	$7,02 \cdot 10^3$	$3,6464 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
353	$7,04 \cdot 10^3$	$3,9403 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
354	$7,06 \cdot 10^3$	$4,1969 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
355	$7,08 \cdot 10^3$	$4,4004 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
356	$7,10 \cdot 10^3$	$4,5382 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
357	$7,12 \cdot 10^3$	$4,6018 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
358	$7,14 \cdot 10^3$	$4,5875 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
359	$7,16 \cdot 10^3$	$4,4965 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
360	$7,18 \cdot 10^3$	$4,3347 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
361	$7,20 \cdot 10^3$	$4,1131 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
362	$7,22 \cdot 10^3$	$3,8460 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
363	$7,24 \cdot 10^3$	$3,5514 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
364	$7,26 \cdot 10^3$	$3,2485 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
365	$7,28 \cdot 10^3$	$2,9575 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
366	$7,30 \cdot 10^3$	$2,6964 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
367	$7,32 \cdot 10^3$	$2,4800 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
368	$7,34 \cdot 10^3$	$2,3184 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
369	$7,36 \cdot 10^3$	$2,2176 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
370	$7,38 \cdot 10^3$	$2,1827 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
371	$7,40 \cdot 10^3$	$2,2208 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
372	$7,42 \cdot 10^3$	$2,3401 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
373	$7,44 \cdot 10^3$	$2,5391 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
374	$7,46 \cdot 10^3$	$2,8007 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
375	$7,48 \cdot 10^3$	$3,1023 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
376	$7,50 \cdot 10^3$	$3,4237 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
377	$7,52 \cdot 10^3$	$3,7451 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
378	$7,54 \cdot 10^3$	$4,0474 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
379	$7,56 \cdot 10^3$	$4,3123 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
380	$7,58 \cdot 10^3$	$4,5241 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
381	$7,60 \cdot 10^3$	$4,6702 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
382	$7,62 \cdot 10^3$	$4,7420 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
383	$7,64 \cdot 10^3$	$4,7359 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
384	$7,66 \cdot 10^3$	$4,6531 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
385	$7,68 \cdot 10^3$	$4,4996 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
386	$7,70 \cdot 10^3$	$4,2863 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
387	$7,72 \cdot 10^3$	$4,0277 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
388	$7,74 \cdot 10^3$	$3,7418 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
389	$7,76 \cdot 10^3$	$3,4481 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
390	$7,78 \cdot 10^3$	$3,1664 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
391	$7,80 \cdot 10^3$	$2,9153 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
392	$7,82 \cdot 10^3$	$2,7095 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
393	$7,84 \cdot 10^3$	$2,5591 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
394	$7,86 \cdot 10^3$	$2,4702 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
395	$7,88 \cdot 10^3$	$2,4479 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
396	$7,90 \cdot 10^3$	$2,4995 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
397	$7,92 \cdot 10^3$	$2,6330 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
398	$7,94 \cdot 10^3$	$2,8470 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
399	$7,96 \cdot 10^3$	$3,1244 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000

### 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.8

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
400	$7,98 \cdot 10^3$	$3,4427 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
401	$8,00 \cdot 10^3$	$3,7816 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
402	$8,02 \cdot 10^3$	$4,1214 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
403	$8,04 \cdot 10^3$	$4,4428 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
404	$8,06 \cdot 10^3$	$4,7278 \cdot 10^{-2}$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000
405	$8,08 \cdot 10^3$	$4,9607 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
406	$8,10 \cdot 10^3$	$5,1288 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
407	$8,12 \cdot 10^3$	$5,2237 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
408	$8,14 \cdot 10^3$	$5,2419 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
409	$8,16 \cdot 10^3$	$5,1845 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
410	$8,18 \cdot 10^3$	$5,0578 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
411	$8,20 \cdot 10^3$	$4,8728 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
412	$8,22 \cdot 10^3$	$4,6443 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
413	$8,24 \cdot 10^3$	$4,3902 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
414	$8,26 \cdot 10^3$	$4,1303 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
415	$8,28 \cdot 10^3$	$3,8847 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
416	$8,30 \cdot 10^3$	$3,6721 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
417	$8,32 \cdot 10^3$	$3,5074 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
418	$8,34 \cdot 10^3$	$3,4010 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
419	$8,36 \cdot 10^3$	$3,3590 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
420	$8,38 \cdot 10^3$	$3,3867 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
421	$8,40 \cdot 10^3$	$3,4916 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
422	$8,42 \cdot 10^3$	$3,6818 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
423	$8,44 \cdot 10^3$	$3,9558 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
424	$8,46 \cdot 10^3$	$4,2964 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
425	$8,48 \cdot 10^3$	$4,6811 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
426	$8,50 \cdot 10^3$	$5,0892 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
427	$8,52 \cdot 10^3$	$5,4948 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
428	$8,54 \cdot 10^3$	$5,8730 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
429	$8,56 \cdot 10^3$	$6,2677 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
430	$8,58 \cdot 10^3$	$6,5602 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
431	$8,60 \cdot 10^3$	$6,7995 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
432	$8,62 \cdot 10^3$	$6,9611 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
433	$8,64 \cdot 10^3$	$7,0388 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
434	$8,66 \cdot 10^3$	$7,0310 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
435	$8,68 \cdot 10^3$	$6,9408 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
436	$8,70 \cdot 10^3$	$6,7760 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
437	$8,72 \cdot 10^3$	$6,5484 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
438	$8,74 \cdot 10^3$	$6,2739 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
439	$8,76 \cdot 10^3$	$5,9706 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
440	$8,78 \cdot 10^3$	$5,6583 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
441	$8,80 \cdot 10^3$	$5,3563 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
442	$8,82 \cdot 10^3$	$5,1229 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
443	$8,84 \cdot 10^3$	$4,9228 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
444	$8,86 \cdot 10^3$	$4,6631 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
445	$8,88 \cdot 10^3$	$4,5281 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
446	$8,90 \cdot 10^3$	$4,4645 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
447	$8,92 \cdot 10^3$	$4,4785 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
448	$8,94 \cdot 10^3$	$4,5707 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
449	$8,96 \cdot 10^3$	$4,7255 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
450	$8,98 \cdot 10^3$	$4,9220 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$



№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
451	$9,00 \cdot 10^3$	$5,1405 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
452	$9,02 \cdot 10^3$	$5,3614 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
453	$9,04 \cdot 10^3$	$5,5597 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
454	$9,06 \cdot 10^3$	$5,7257 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
455	$9,08 \cdot 10^3$	$5,8635 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
456	$9,10 \cdot 10^3$	$5,9216 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
457	$9,12 \cdot 10^3$	$5,9105 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
458	$9,14 \cdot 10^3$	$5,8246 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
459	$9,16 \cdot 10^3$	$5,6648 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
460	$9,18 \cdot 10^3$	$5,4371 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
461	$9,20 \cdot 10^3$	$5,1689 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
462	$9,22 \cdot 10^3$	$4,8690 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
463	$9,24 \cdot 10^3$	$4,4804 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
464	$9,26 \cdot 10^3$	$4,1130 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
465	$9,28 \cdot 10^3$	$3,7691 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
466	$9,30 \cdot 10^3$	$3,4578 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
467	$9,32 \cdot 10^3$	$3,1937 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
468	$9,34 \cdot 10^3$	$2,9870 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
469	$9,36 \cdot 10^3$	$2,8435 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
470	$9,38 \cdot 10^3$	$2,7682 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
471	$9,40 \cdot 10^3$	$2,7683 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
472	$9,42 \cdot 10^3$	$2,8515 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
473	$9,44 \cdot 10^3$	$3,0161 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
474	$9,46 \cdot 10^3$	$3,2448 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
475	$9,48 \cdot 10^3$	$3,5150 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
476	$9,50 \cdot 10^3$	$3,8059 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
477	$9,52 \cdot 10^3$	$4,0978 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
478	$9,54 \cdot 10^3$	$4,3711 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
479	$9,56 \cdot 10^3$	$4,6076 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
480	$9,58 \cdot 10^3$	$4,7911 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
481	$9,60 \cdot 10^3$	$4,9090 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
482	$9,62 \cdot 10^3$	$4,9526 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
483	$9,64 \cdot 10^3$	$4,9181 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
484	$9,66 \cdot 10^3$	$4,8067 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
485	$9,68 \cdot 10^3$	$4,6244 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
486	$9,70 \cdot 10^3$	$4,3821 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
487	$9,72 \cdot 10^3$	$4,0945 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
488	$9,74 \cdot 10^3$	$3,7794 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
489	$9,76 \cdot 10^3$	$3,4565 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
490	$9,78 \cdot 10^3$	$3,1459 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
491	$9,80 \cdot 10^3$	$2,8659 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
492	$9,82 \cdot 10^3$	$2,6315 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
493	$9,84 \cdot 10^3$	$2,4527 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
494	$9,86 \cdot 10^3$	$2,3356 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
495	$9,88 \cdot 10^3$	$2,2853 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
496	$9,90 \cdot 10^3$	$2,3091 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
497	$9,92 \cdot 10^3$	$2,4148 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
498	$9,94 \cdot 10^3$	$2,6008 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
499	$9,96 \cdot 10^3$	$2,8498 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
500	$9,98 \cdot 10^3$	$3,1392 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$
501	$1,00 \cdot 10^4$	$3,4485 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$5,0000 \cdot 10^{-2}$

## 7.5. Варіанти завдань

**Таблиця 7.9. Вихідні вибірки змінної  $x_2$  для нештатного режиму**

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
1	0,00	0,0000	1,0000	0,0000
2	2,00·10	1,7232·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,3153·10 <sup>2</sup>
3	4,00·10	1,9323·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4808·10 <sup>2</sup>
4	6,00·10	1,9341·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4746·10 <sup>2</sup>
5	8,00·10	1,9349·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4746·10 <sup>2</sup>
6	1,00·10 <sup>2</sup>	1,9360·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4747·10 <sup>2</sup>
7	1,20·10 <sup>2</sup>	1,9374·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4748·10 <sup>2</sup>
8	1,40·10 <sup>2</sup>	1,9390·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4750·10 <sup>2</sup>
9	1,60·10 <sup>2</sup>	1,9409·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4752·10 <sup>2</sup>
10	1,80·10 <sup>2</sup>	1,9430·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4754·10 <sup>2</sup>
11	2,00·10 <sup>2</sup>	1,9454·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4756·10 <sup>2</sup>
12	2,20·10 <sup>2</sup>	1,9481·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4758·10 <sup>2</sup>
13	2,40·10 <sup>2</sup>	1,9510·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4761·10 <sup>2</sup>
14	2,60·10 <sup>2</sup>	1,9542·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4764·10 <sup>2</sup>
15	2,80·10 <sup>2</sup>	1,9577·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4767·10 <sup>2</sup>
16	3,00·10 <sup>2</sup>	1,9615·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4771·10 <sup>2</sup>
17	3,20·10 <sup>2</sup>	1,9655·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4774·10 <sup>2</sup>
18	3,40·10 <sup>2</sup>	1,9699·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4778·10 <sup>2</sup>
19	3,60·10 <sup>2</sup>	1,9746·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4783·10 <sup>2</sup>
20	3,80·10 <sup>2</sup>	1,9795·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4787·10 <sup>2</sup>
21	4,00·10 <sup>2</sup>	1,9848·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4792·10 <sup>2</sup>
22	4,20·10 <sup>2</sup>	1,9904·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4797·10 <sup>2</sup>
23	4,40·10 <sup>2</sup>	1,9964·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4803·10 <sup>2</sup>
24	4,60·10 <sup>2</sup>	2,0027·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4809·10 <sup>2</sup>
25	4,80·10 <sup>2</sup>	2,0094·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4815·10 <sup>2</sup>
26	5,00·10 <sup>2</sup>	2,0164·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4822·10 <sup>2</sup>
27	5,20·10 <sup>2</sup>	2,0238·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,4829·10 <sup>2</sup>
28	5,40·10 <sup>2</sup>	2,4256·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,5246·10 <sup>2</sup>
29	5,60·10 <sup>2</sup>	2,5510·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,5389·10 <sup>2</sup>
30	5,80·10 <sup>2</sup>	2,6675·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,5528·10 <sup>2</sup>
31	6,00·10 <sup>2</sup>	2,7869·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,5676·10 <sup>2</sup>
32	6,20·10 <sup>2</sup>	2,9096·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,5834·10 <sup>2</sup>
33	6,40·10 <sup>2</sup>	3,0356·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,6002·10 <sup>2</sup>
34	6,60·10 <sup>2</sup>	3,1651·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,6181·10 <sup>2</sup>
35	6,80·10 <sup>2</sup>	3,2981·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,6372·10 <sup>2</sup>
36	7,00·10 <sup>2</sup>	3,4349·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,6574·10 <sup>2</sup>
37	7,20·10 <sup>2</sup>	3,4850·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,6649·10 <sup>2</sup>
38	7,40·10 <sup>2</sup>	3,5317·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,6721·10 <sup>2</sup>
39	7,60·10 <sup>2</sup>	3,5796·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,6795·10 <sup>2</sup>
40	7,80·10 <sup>2</sup>	3,6289·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,6872·10 <sup>2</sup>
41	8,00·10 <sup>2</sup>	3,6794·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,6952·10 <sup>2</sup>
42	8,20·10 <sup>2</sup>	3,7313·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,7035·10 <sup>2</sup>
43	8,40·10 <sup>2</sup>	3,7847·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,7121·10 <sup>2</sup>
44	8,60·10 <sup>2</sup>	3,8395·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,7210·10 <sup>2</sup>
45	8,80·10 <sup>2</sup>	3,8960·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,7304·10 <sup>2</sup>
46	9,00·10 <sup>2</sup>	3,9540·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,7401·10 <sup>2</sup>
47	9,20·10 <sup>2</sup>	4,0137·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,7501·10 <sup>2</sup>
48	9,40·10 <sup>2</sup>	4,0751·10 <sup>-2</sup>	1,0000	2,7606·10 <sup>2</sup>

**Розділ 7. Гарантоване функціонування складних технічних систем за умов багатofакторних ризиків**

*Продовження табл. 7.9*

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
49	$9,60 \cdot 10^2$	$4,1384 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7716 \cdot 10^2$
50	$9,80 \cdot 10^2$	$4,2036 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7830 \cdot 10^2$
51	$1,00 \cdot 10^3$	$4,2708 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7949 \cdot 10^2$
52	$1,02 \cdot 10^3$	$4,6972 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8740 \cdot 10^2$
53	$1,04 \cdot 10^3$	$5,1258 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9581 \cdot 10^2$
54	$1,06 \cdot 10^3$	$5,5179 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0342 \cdot 10^2$
55	$1,08 \cdot 10^3$	$5,8516 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0964 \cdot 10^2$
56	$1,10 \cdot 10^3$	$6,1306 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4262 \cdot 10^2$
57	$1,12 \cdot 10^3$	$6,3120 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4801 \cdot 10^2$
58	$1,14 \cdot 10^3$	$6,3975 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5058 \cdot 10^2$
59	$1,16 \cdot 10^3$	$6,3842 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5022 \cdot 10^2$
60	$1,18 \cdot 10^3$	$6,2756 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4704 \cdot 10^2$
61	$1,20 \cdot 10^3$	$6,0819 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4137 \cdot 10^2$
62	$1,22 \cdot 10^3$	$5,8190 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3374 \cdot 10^2$
63	$1,24 \cdot 10^3$	$5,5085 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2484 \cdot 10^2$
64	$1,26 \cdot 10^3$	$5,1897 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
65	$1,28 \cdot 10^3$	$4,8913 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
66	$1,30 \cdot 10^3$	$4,5594 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8640 \cdot 10^2$
67	$1,32 \cdot 10^3$	$4,3181 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8028 \cdot 10^2$
68	$1,34 \cdot 10^3$	$4,1631 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7757 \cdot 10^2$
69	$1,36 \cdot 10^3$	$4,1056 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7658 \cdot 10^2$
70	$1,38 \cdot 10^3$	$4,1604 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7755 \cdot 10^2$
71	$1,40 \cdot 10^3$	$4,3415 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8078 \cdot 10^2$
72	$1,42 \cdot 10^3$	$4,6566 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8662 \cdot 10^2$
73	$1,44 \cdot 10^3$	$5,0994 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9529 \cdot 10^2$
74	$1,46 \cdot 10^3$	$5,6410 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0575 \cdot 10^2$
75	$1,48 \cdot 10^3$	$6,2170 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,1400 \cdot 10^2$
76	$1,50 \cdot 10^3$	$6,9814 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6797 \cdot 10^2$
77	$1,52 \cdot 10^3$	$7,6596 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,8863 \cdot 10^2$
78	$1,54 \cdot 10^3$	$7,7632 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,9205 \cdot 10^2$
79	$1,56 \cdot 10^3$	$7,8646 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,9519 \cdot 10^2$
80	$1,58 \cdot 10^3$	$7,9667 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,9836 \cdot 10^2$
81	$1,60 \cdot 10^3$	$8,0624 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$3,0105 \cdot 10^2$
82	$1,62 \cdot 10^3$	$8,1466 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$3,0305 \cdot 10^2$
83	$1,64 \cdot 10^3$	$8,2256 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$3,0493 \cdot 10^2$
84	$1,66 \cdot 10^3$	$8,2971 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$3,0665 \cdot 10^2$
85	$1,68 \cdot 10^3$	$8,3585 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$3,0813 \cdot 10^2$
86	$1,70 \cdot 10^3$	$8,4076 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$3,0931 \cdot 10^2$
87	$1,72 \cdot 10^3$	$8,5279 \cdot 10^{-2}$	3,0000	$2,4173 \cdot 10^2$
88	$1,74 \cdot 10^3$	$8,5357 \cdot 10^{-2}$	3,0000	$2,4132 \cdot 10^2$
89	$1,76 \cdot 10^3$	$8,5376 \cdot 10^{-2}$	3,0000	$2,4143 \cdot 10^2$
90	$1,78 \cdot 10^3$	$8,5193 \cdot 10^{-2}$	3,0000	$2,4070 \cdot 10^2$
91	$1,80 \cdot 10^3$	$7,6482 \cdot 10^{-2}$	3,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
92	$1,82 \cdot 10^3$	$6,9991 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5822 \cdot 10^2$
93	$1,84 \cdot 10^3$	$6,6947 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5959 \cdot 10^2$
94	$1,86 \cdot 10^3$	$6,4395 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5192 \cdot 10^2$
95	$1,88 \cdot 10^3$	$6,3478 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4913 \cdot 10^2$
96	$1,90 \cdot 10^3$	$6,4410 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5183 \cdot 10^2$
97	$1,92 \cdot 10^3$	$6,7287 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6037 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.9

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
98	$1,94 \cdot 10^3$	$7,2040 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,7473 \cdot 10^2$
99	$1,96 \cdot 10^3$	$7,7755 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,9220 \cdot 10^2$
100	$1,98 \cdot 10^3$	$7,6807 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,8955 \cdot 10^2$
101	$2,00 \cdot 10^3$	$7,5835 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,8655 \cdot 10^2$
102	$2,02 \cdot 10^3$	$7,4897 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,8366 \cdot 10^2$
103	$2,04 \cdot 10^3$	$7,3998 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,8090 \cdot 10^2$
104	$2,06 \cdot 10^3$	$7,3140 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,7828 \cdot 10^2$
105	$2,08 \cdot 10^3$	$7,2324 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,7578 \cdot 10^2$
106	$2,10 \cdot 10^3$	$7,1550 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,7342 \cdot 10^2$
107	$2,12 \cdot 10^3$	$7,0818 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,7119 \cdot 10^2$
108	$2,14 \cdot 10^3$	$7,0127 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6909 \cdot 10^2$
109	$2,16 \cdot 10^3$	$6,9473 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6711 \cdot 10^2$
110	$2,18 \cdot 10^3$	$6,8857 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6525 \cdot 10^2$
111	$2,20 \cdot 10^3$	$6,8276 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6349 \cdot 10^2$
112	$2,22 \cdot 10^3$	$6,7727 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6184 \cdot 10^2$
113	$2,24 \cdot 10^3$	$6,7210 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6028 \cdot 10^2$
114	$2,26 \cdot 10^3$	$6,6721 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5881 \cdot 10^2$
115	$2,28 \cdot 10^3$	$6,6260 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5743 \cdot 10^2$
116	$2,30 \cdot 10^3$	$6,5825 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5613 \cdot 10^2$
117	$2,32 \cdot 10^3$	$6,5413 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5490 \cdot 10^2$
118	$2,34 \cdot 10^3$	$6,5024 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5373 \cdot 10^2$
119	$2,36 \cdot 10^3$	$6,4656 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5264 \cdot 10^2$
120	$2,38 \cdot 10^3$	$6,4307 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5160 \cdot 10^2$
121	$2,40 \cdot 10^3$	$6,3977 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5062 \cdot 10^2$
122	$2,42 \cdot 10^3$	$6,3664 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4969 \cdot 10^2$
123	$2,44 \cdot 10^3$	$6,3368 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4881 \cdot 10^2$
124	$2,46 \cdot 10^3$	$6,3086 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4797 \cdot 10^2$
125	$2,48 \cdot 10^3$	$6,2819 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4718 \cdot 10^2$
126	$2,50 \cdot 10^3$	$6,2565 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4643 \cdot 10^2$
127	$2,52 \cdot 10^3$	$6,2324 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4572 \cdot 10^2$
128	$2,54 \cdot 10^3$	$6,2095 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4504 \cdot 10^2$
129	$2,56 \cdot 10^3$	$6,1876 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4440 \cdot 10^2$
130	$2,58 \cdot 10^3$	$6,1669 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4379 \cdot 10^2$
131	$2,60 \cdot 10^3$	$6,1471 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4320 \cdot 10^2$
132	$2,62 \cdot 10^3$	$6,1283 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4265 \cdot 10^2$
133	$2,64 \cdot 10^3$	$6,1104 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4212 \cdot 10^2$
134	$2,66 \cdot 10^3$	$6,0933 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4162 \cdot 10^2$
135	$2,68 \cdot 10^3$	$6,0770 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4114 \cdot 10^2$
136	$2,70 \cdot 10^3$	$6,0615 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4069 \cdot 10^2$
137	$2,72 \cdot 10^3$	$6,0467 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4025 \cdot 10^2$
138	$2,74 \cdot 10^3$	$6,0326 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3984 \cdot 10^2$
139	$2,76 \cdot 10^3$	$6,0191 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3945 \cdot 10^2$
140	$2,78 \cdot 10^3$	$6,0063 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3907 \cdot 10^2$
141	$2,80 \cdot 10^3$	$5,9940 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3871 \cdot 10^2$
142	$2,82 \cdot 10^3$	$5,9824 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3837 \cdot 10^2$
143	$2,84 \cdot 10^3$	$5,9713 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3805 \cdot 10^2$
144	$2,86 \cdot 10^3$	$5,9607 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3774 \cdot 10^2$
145	$2,88 \cdot 10^3$	$5,9506 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3744 \cdot 10^2$
146	$2,90 \cdot 10^3$	$5,9410 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3716 \cdot 10^2$

Продовження табл. 7.9

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
147	$2,92 \cdot 10^3$	$5,9318 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3689 \cdot 10^2$
148	$2,94 \cdot 10^3$	$5,9231 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3664 \cdot 10^2$
149	$2,96 \cdot 10^3$	$5,9148 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3640 \cdot 10^2$
150	$2,98 \cdot 10^3$	$5,9069 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3617 \cdot 10^2$
151	$3,00 \cdot 10^3$	$5,8995 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3595 \cdot 10^2$
152	$3,02 \cdot 10^3$	$5,8924 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3575 \cdot 10^2$
153	$3,04 \cdot 10^3$	$5,8856 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3555 \cdot 10^2$
154	$3,06 \cdot 10^3$	$5,8793 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3536 \cdot 10^2$
155	$3,08 \cdot 10^3$	$5,8733 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3519 \cdot 10^2$
156	$3,10 \cdot 10^3$	$5,8676 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3503 \cdot 10^2$
157	$3,12 \cdot 10^3$	$5,8623 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3487 \cdot 10^2$
158	$3,14 \cdot 10^3$	$5,8572 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3472 \cdot 10^2$
159	$3,16 \cdot 10^3$	$5,8525 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3459 \cdot 10^2$
160	$3,18 \cdot 10^3$	$5,8481 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3446 \cdot 10^2$
161	$3,20 \cdot 10^3$	$5,8440 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3434 \cdot 10^2$
162	$3,22 \cdot 10^3$	$5,8402 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3423 \cdot 10^2$
163	$3,24 \cdot 10^3$	$5,8367 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3413 \cdot 10^2$
164	$3,26 \cdot 10^3$	$5,8334 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3403 \cdot 10^2$
165	$3,28 \cdot 10^3$	$5,8305 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3395 \cdot 10^2$
166	$3,30 \cdot 10^3$	$5,8278 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3387 \cdot 10^2$
167	$3,32 \cdot 10^3$	$5,8253 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3380 \cdot 10^2$
168	$3,34 \cdot 10^3$	$5,8232 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3373 \cdot 10^2$
169	$3,36 \cdot 10^3$	$5,1430 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
170	$3,38 \cdot 10^3$	$4,9390 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
171	$3,40 \cdot 10^3$	$4,9260 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9461 \cdot 10^2$
172	$3,42 \cdot 10^3$	$5,2495 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9834 \cdot 10^2$
173	$3,44 \cdot 10^3$	$5,7139 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0710 \cdot 10^2$
174	$3,46 \cdot 10^3$	$5,7760 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0812 \cdot 10^2$
175	$3,48 \cdot 10^3$	$5,8160 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3357 \cdot 10^2$
176	$3,50 \cdot 10^3$	$5,8149 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3349 \cdot 10^2$
177	$3,52 \cdot 10^3$	$5,8150 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3350 \cdot 10^2$
178	$3,54 \cdot 10^3$	$5,8154 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3351 \cdot 10^2$
179	$3,56 \cdot 10^3$	$5,8160 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3352 \cdot 10^2$
180	$3,58 \cdot 10^3$	$5,8168 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3355 \cdot 10^2$
181	$3,60 \cdot 10^3$	$5,8179 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3358 \cdot 10^2$
182	$3,62 \cdot 10^3$	$5,8192 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3362 \cdot 10^2$
183	$3,64 \cdot 10^3$	$5,8208 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3366 \cdot 10^2$
184	$3,66 \cdot 10^3$	$5,8227 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3372 \cdot 10^2$
185	$3,68 \cdot 10^3$	$5,8248 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3378 \cdot 10^2$
186	$3,70 \cdot 10^3$	$5,8271 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3385 \cdot 10^2$
187	$3,72 \cdot 10^3$	$5,8298 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3392 \cdot 10^2$
188	$3,74 \cdot 10^3$	$5,8327 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3401 \cdot 10^2$
189	$3,76 \cdot 10^3$	$5,8359 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3410 \cdot 10^2$
190	$3,78 \cdot 10^3$	$5,0856 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
191	$3,80 \cdot 10^3$	$4,4997 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
192	$3,82 \cdot 10^3$	$3,9429 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7365 \cdot 10^2$
193	$3,84 \cdot 10^3$	$3,5871 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6805 \cdot 10^2$
194	$3,86 \cdot 10^3$	$3,3593 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6458 \cdot 10^2$
195	$3,88 \cdot 10^3$	$3,2777 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6341 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.9

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
196	$3,90 \cdot 10^3$	$3,3436 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6438 \cdot 10^2$
197	$3,92 \cdot 10^3$	$3,5515 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6754 \cdot 10^2$
198	$3,94 \cdot 10^3$	$3,8826 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7286 \cdot 10^2$
199	$3,96 \cdot 10^3$	$4,3073 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8020 \cdot 10^2$
200	$3,98 \cdot 10^3$	$4,7914 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8922 \cdot 10^2$
201	$4,00 \cdot 10^3$	$5,2996 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9937 \cdot 10^2$
202	$4,02 \cdot 10^3$	$5,7905 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0853 \cdot 10^2$
203	$4,04 \cdot 10^3$	$5,8644 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0980 \cdot 10^2$
204	$4,06 \cdot 10^3$	$5,9213 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3660 \cdot 10^2$
205	$4,08 \cdot 10^3$	$5,9296 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3682 \cdot 10^2$
206	$4,10 \cdot 10^3$	$5,9386 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3709 \cdot 10^2$
207	$4,12 \cdot 10^3$	$5,9481 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3736 \cdot 10^2$
208	$4,14 \cdot 10^3$	$5,9581 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3765 \cdot 10^2$
209	$4,16 \cdot 10^3$	$5,9686 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3796 \cdot 10^2$
210	$4,18 \cdot 10^3$	$5,9795 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3828 \cdot 10^2$
211	$4,20 \cdot 10^3$	$5,9911 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3861 \cdot 10^2$
212	$4,22 \cdot 10^3$	$5,8236 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3878 \cdot 10^2$
213	$4,24 \cdot 10^3$	$5,1515 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
214	$4,26 \cdot 10^3$	$4,6800 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
215	$4,28 \cdot 10^3$	$4,1777 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7565 \cdot 10^2$
216	$4,30 \cdot 10^3$	$3,7546 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7068 \cdot 10^2$
217	$4,32 \cdot 10^3$	$3,4152 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6540 \cdot 10^2$
218	$4,34 \cdot 10^3$	$3,1672 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6181 \cdot 10^2$
219	$4,36 \cdot 10^3$	$3,0190 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5977 \cdot 10^2$
220	$4,38 \cdot 10^3$	$2,9759 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5921 \cdot 10^2$
221	$4,40 \cdot 10^3$	$3,0433 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6013 \cdot 10^2$
222	$4,42 \cdot 10^3$	$3,2226 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6264 \cdot 10^2$
223	$4,44 \cdot 10^3$	$3,5028 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6679 \cdot 10^2$
224	$4,46 \cdot 10^3$	$3,8607 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7250 \cdot 10^2$
225	$4,48 \cdot 10^3$	$4,2691 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7951 \cdot 10^2$
226	$4,50 \cdot 10^3$	$4,7005 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8746 \cdot 10^2$
227	$4,52 \cdot 10^3$	$5,1276 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9584 \cdot 10^2$
228	$4,54 \cdot 10^3$	$5,5207 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0347 \cdot 10^2$
229	$4,56 \cdot 10^3$	$5,8558 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0972 \cdot 10^2$
230	$4,58 \cdot 10^3$	$6,1421 \cdot 10^{-2}$	1,9999	$2,4232 \cdot 10^2$
231	$4,60 \cdot 10^3$	$6,3132 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4804 \cdot 10^2$
232	$4,62 \cdot 10^3$	$6,3934 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5046 \cdot 10^2$
233	$4,64 \cdot 10^3$	$6,3722 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4987 \cdot 10^2$
234	$4,66 \cdot 10^3$	$6,2533 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4639 \cdot 10^2$
235	$4,68 \cdot 10^3$	$6,0468 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4035 \cdot 10^2$
236	$4,70 \cdot 10^3$	$5,7683 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3228 \cdot 10^2$
237	$4,72 \cdot 10^3$	$5,4378 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2284 \cdot 10^2$
238	$4,74 \cdot 10^3$	$5,1006 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
239	$4,76 \cdot 10^3$	$4,7693 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
240	$4,78 \cdot 10^3$	$4,3819 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8107 \cdot 10^2$
241	$4,80 \cdot 10^3$	$4,0822 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7614 \cdot 10^2$
242	$4,82 \cdot 10^3$	$3,8514 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7227 \cdot 10^2$
243	$4,84 \cdot 10^3$	$3,6967 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6977 \cdot 10^2$
244	$4,86 \cdot 10^3$	$3,6252 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6865 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
245	$4,88 \cdot 10^3$	$3,6421 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6893 \cdot 10^2$
246	$4,90 \cdot 10^3$	$3,7538 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7072 \cdot 10^2$
247	$4,92 \cdot 10^3$	$3,9654 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7422 \cdot 10^2$
248	$4,94 \cdot 10^3$	$4,2700 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7951 \cdot 10^2$
249	$4,96 \cdot 10^3$	$4,6473 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8645 \cdot 10^2$
250	$4,98 \cdot 10^3$	$5,0726 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9474 \cdot 10^2$
251	$5,00 \cdot 10^3$	$5,5156 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0339 \cdot 10^2$
252	$5,02 \cdot 10^3$	$5,9467 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,1150 \cdot 10^2$
253	$5,04 \cdot 10^3$	$6,4040 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5211 \cdot 10^2$
254	$5,06 \cdot 10^3$	$6,7796 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6191 \cdot 10^2$
255	$5,08 \cdot 10^3$	$7,0981 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,7158 \cdot 10^2$
256	$5,10 \cdot 10^3$	$7,3377 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,7892 \cdot 10^2$
257	$5,12 \cdot 10^3$	$7,4877 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,8355 \cdot 10^2$
258	$5,14 \cdot 10^3$	$7,5426 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,8526 \cdot 10^2$
259	$5,16 \cdot 10^3$	$7,5020 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,8404 \cdot 10^2$
260	$5,18 \cdot 10^3$	$7,3709 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,8004 \cdot 10^2$
261	$5,20 \cdot 10^3$	$7,1596 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,7361 \cdot 10^2$
262	$5,22 \cdot 10^3$	$6,8824 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6523 \cdot 10^2$
263	$5,24 \cdot 10^3$	$6,5577 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5549 \cdot 10^2$
264	$5,26 \cdot 10^3$	$6,2063 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4508 \cdot 10^2$
265	$5,28 \cdot 10^3$	$5,8501 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3467 \cdot 10^2$
266	$5,30 \cdot 10^3$	$5,5103 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2489 \cdot 10^2$
267	$5,32 \cdot 10^3$	$5,2266 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
268	$5,34 \cdot 10^3$	$5,0087 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
269	$5,36 \cdot 10^3$	$4,7434 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9132 \cdot 10^2$
270	$5,38 \cdot 10^3$	$4,6084 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8563 \cdot 10^2$
271	$5,40 \cdot 10^3$	$4,5438 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8444 \cdot 10^2$
272	$5,42 \cdot 10^3$	$4,5628 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8481 \cdot 10^2$
273	$5,44 \cdot 10^3$	$4,6631 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8670 \cdot 10^2$
274	$5,46 \cdot 10^3$	$4,8275 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8986 \cdot 10^2$
275	$5,48 \cdot 10^3$	$5,0343 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9394 \cdot 10^2$
276	$5,50 \cdot 10^3$	$5,2624 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9856 \cdot 10^2$
277	$5,52 \cdot 10^3$	$5,4862 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0279 \cdot 10^2$
278	$5,54 \cdot 10^3$	$5,6891 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0654 \cdot 10^2$
279	$5,56 \cdot 10^3$	$5,8899 \cdot 10^{-2}$	1,9983	$2,3256 \cdot 10^2$
280	$5,58 \cdot 10^3$	$5,9943 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3868 \cdot 10^2$
281	$5,60 \cdot 10^3$	$6,0476 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4026 \cdot 10^2$
282	$5,62 \cdot 10^3$	$6,0266 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3968 \cdot 10^2$
283	$5,64 \cdot 10^3$	$5,9279 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3683 \cdot 10^2$
284	$5,66 \cdot 10^3$	$5,7534 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3181 \cdot 10^2$
285	$5,68 \cdot 10^3$	$5,5100 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2485 \cdot 10^2$
286	$5,70 \cdot 10^3$	$5,2206 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
287	$5,72 \cdot 10^3$	$4,9071 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
288	$5,74 \cdot 10^3$	$4,5254 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8156 \cdot 10^2$
289	$5,76 \cdot 10^3$	$4,1290 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7694 \cdot 10^2$
290	$5,78 \cdot 10^3$	$3,7756 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7101 \cdot 10^2$
291	$5,80 \cdot 10^3$	$3,4568 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6603 \cdot 10^2$
292	$5,82 \cdot 10^3$	$3,1872 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6209 \cdot 10^2$
293	$5,84 \cdot 10^3$	$2,9764 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5919 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.9

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
294	$5,86 \cdot 10^3$	$2,8295 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5728 \cdot 10^2$
295	$5,88 \cdot 10^3$	$2,7509 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5629 \cdot 10^2$
296	$5,90 \cdot 10^3$	$2,7468 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5625 \cdot 10^2$
297	$5,92 \cdot 10^3$	$2,8248 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5724 \cdot 10^2$
298	$5,94 \cdot 10^3$	$2,9832 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5932 \cdot 10^2$
299	$5,96 \cdot 10^3$	$3,2042 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6238 \cdot 10^2$
300	$5,98 \cdot 10^3$	$3,4650 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6621 \cdot 10^2$
301	$6,00 \cdot 10^3$	$3,7448 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7059 \cdot 10^2$
302	$6,02 \cdot 10^3$	$4,0418 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7552 \cdot 10^2$
303	$6,04 \cdot 10^3$	$4,3101 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8021 \cdot 10^2$
304	$6,06 \cdot 10^3$	$4,5423 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8445 \cdot 10^2$
305	$6,08 \cdot 10^3$	$4,7226 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8784 \cdot 10^2$
306	$6,10 \cdot 10^3$	$4,8385 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9006 \cdot 10^2$
307	$6,12 \cdot 10^3$	$4,8816 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9088 \cdot 10^2$
308	$6,14 \cdot 10^3$	$4,8481 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9022 \cdot 10^2$
309	$6,16 \cdot 10^3$	$4,7390 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8810 \cdot 10^2$
310	$6,18 \cdot 10^3$	$4,5604 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8472 \cdot 10^2$
311	$6,20 \cdot 10^3$	$4,3227 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8037 \cdot 10^2$
312	$6,22 \cdot 10^3$	$4,0406 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7543 \cdot 10^2$
313	$6,24 \cdot 10^3$	$3,7315 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7030 \cdot 10^2$
314	$6,26 \cdot 10^3$	$3,4146 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6539 \cdot 10^2$
315	$6,28 \cdot 10^3$	$3,1098 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6100 \cdot 10^2$
316	$6,30 \cdot 10^3$	$2,8349 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5734 \cdot 10^2$
317	$6,32 \cdot 10^3$	$2,6047 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5450 \cdot 10^2$
318	$6,34 \cdot 10^3$	$2,4290 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5247 \cdot 10^2$
319	$6,36 \cdot 10^3$	$2,3138 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5121 \cdot 10^2$
320	$6,38 \cdot 10^3$	$2,2639 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5069 \cdot 10^2$
321	$6,40 \cdot 10^3$	$2,2866 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5093 \cdot 10^2$
322	$6,42 \cdot 10^3$	$2,3900 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5206 \cdot 10^2$
323	$6,44 \cdot 10^3$	$2,5730 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5415 \cdot 10^2$
324	$6,46 \cdot 10^3$	$2,8182 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5717 \cdot 10^2$
325	$6,48 \cdot 10^3$	$3,1034 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6097 \cdot 10^2$
326	$6,50 \cdot 10^3$	$3,4081 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6536 \cdot 10^2$
327	$6,52 \cdot 10^3$	$3,7130 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7008 \cdot 10^2$
328	$6,54 \cdot 10^3$	$3,9988 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7479 \cdot 10^2$
329	$6,56 \cdot 10^3$	$4,2475 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7910 \cdot 10^2$
330	$6,58 \cdot 10^3$	$4,4434 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8262 \cdot 10^2$
331	$6,60 \cdot 10^3$	$4,5740 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8502 \cdot 10^2$
332	$6,62 \cdot 10^3$	$4,6309 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8608 \cdot 10^2$
333	$6,64 \cdot 10^3$	$4,6101 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8567 \cdot 10^2$
334	$6,66 \cdot 10^3$	$4,5130 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8385 \cdot 10^2$
335	$6,68 \cdot 10^3$	$4,3455 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8078 \cdot 10^2$
336	$6,70 \cdot 10^3$	$4,1183 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7677 \cdot 10^2$
337	$6,72 \cdot 10^3$	$3,8459 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7217 \cdot 10^2$
338	$6,74 \cdot 10^3$	$3,5460 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6739 \cdot 10^2$
339	$6,76 \cdot 10^3$	$3,2380 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6281 \cdot 10^2$
340	$6,78 \cdot 10^3$	$2,9417 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5872 \cdot 10^2$
341	$6,80 \cdot 10^3$	$2,6753 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5534 \cdot 10^2$
342	$6,82 \cdot 10^3$	$2,4533 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5274 \cdot 10^2$



Продовження табл. 7.9

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
343	$6,84 \cdot 10^3$	$2,2859 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5091 \cdot 10^2$
344	$6,86 \cdot 10^3$	$2,1789 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,4981 \cdot 10^2$
345	$6,88 \cdot 10^3$	$2,1375 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,4939 \cdot 10^2$
346	$6,90 \cdot 10^3$	$2,1687 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,4971 \cdot 10^2$
347	$6,92 \cdot 10^3$	$2,2808 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5088 \cdot 10^2$
348	$6,94 \cdot 10^3$	$2,4723 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5299 \cdot 10^2$
349	$6,96 \cdot 10^3$	$2,7262 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5601 \cdot 10^2$
350	$6,98 \cdot 10^3$	$3,0199 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5982 \cdot 10^2$
351	$7,00 \cdot 10^3$	$3,3332 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6425 \cdot 10^2$
352	$7,02 \cdot 10^3$	$3,6464 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6902 \cdot 10^2$
353	$7,04 \cdot 10^3$	$3,9403 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7380 \cdot 10^2$
354	$7,06 \cdot 10^3$	$4,1969 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7820 \cdot 10^2$
355	$7,08 \cdot 10^3$	$4,4004 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8183 \cdot 10^2$
356	$7,10 \cdot 10^3$	$4,5382 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8436 \cdot 10^2$
357	$7,12 \cdot 10^3$	$4,6018 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8553 \cdot 10^2$
358	$7,14 \cdot 10^3$	$4,5875 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8525 \cdot 10^2$
359	$7,16 \cdot 10^3$	$4,4965 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8355 \cdot 10^2$
360	$7,18 \cdot 10^3$	$4,3347 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8059 \cdot 10^2$
361	$7,20 \cdot 10^3$	$4,1131 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7668 \cdot 10^2$
362	$7,22 \cdot 10^3$	$3,8460 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7217 \cdot 10^2$
363	$7,24 \cdot 10^3$	$3,5514 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6747 \cdot 10^2$
364	$7,26 \cdot 10^3$	$3,2485 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6296 \cdot 10^2$
365	$7,28 \cdot 10^3$	$2,9575 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5893 \cdot 10^2$
366	$7,30 \cdot 10^3$	$2,6964 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5560 \cdot 10^2$
367	$7,32 \cdot 10^3$	$2,4800 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5304 \cdot 10^2$
368	$7,34 \cdot 10^3$	$2,3184 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5126 \cdot 10^2$
369	$7,36 \cdot 10^3$	$2,2176 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5020 \cdot 10^2$
370	$7,38 \cdot 10^3$	$2,1827 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,4985 \cdot 10^2$
371	$7,40 \cdot 10^3$	$2,2208 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5024 \cdot 10^2$
372	$7,42 \cdot 10^3$	$2,3401 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5151 \cdot 10^2$
373	$7,44 \cdot 10^3$	$2,5391 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5376 \cdot 10^2$
374	$7,46 \cdot 10^3$	$2,8007 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5695 \cdot 10^2$
375	$7,48 \cdot 10^3$	$3,1023 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6095 \cdot 10^2$
376	$7,50 \cdot 10^3$	$3,4237 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6559 \cdot 10^2$
377	$7,52 \cdot 10^3$	$3,7451 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7060 \cdot 10^2$
378	$7,54 \cdot 10^3$	$4,0474 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7562 \cdot 10^2$
379	$7,56 \cdot 10^3$	$4,3123 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8025 \cdot 10^2$
380	$7,58 \cdot 10^3$	$4,5241 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8411 \cdot 10^2$
381	$7,60 \cdot 10^3$	$4,6702 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8683 \cdot 10^2$
382	$7,62 \cdot 10^3$	$4,7420 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8819 \cdot 10^2$
383	$7,64 \cdot 10^3$	$4,7359 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8806 \cdot 10^2$
384	$7,66 \cdot 10^3$	$4,6531 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8647 \cdot 10^2$
385	$7,68 \cdot 10^3$	$4,4996 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8360 \cdot 10^2$
386	$7,70 \cdot 10^3$	$4,2863 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7972 \cdot 10^2$
387	$7,72 \cdot 10^3$	$4,0277 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7521 \cdot 10^2$
388	$7,74 \cdot 10^3$	$3,7418 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7047 \cdot 10^2$
389	$7,76 \cdot 10^3$	$3,4481 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6589 \cdot 10^2$
390	$7,78 \cdot 10^3$	$3,1664 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6179 \cdot 10^2$
391	$7,80 \cdot 10^3$	$2,9153 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5838 \cdot 10^2$

### 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.9

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
392	$7,82 \cdot 10^3$	$2,7095 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5577 \cdot 10^2$
393	$7,84 \cdot 10^3$	$2,5591 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5396 \cdot 10^2$
394	$7,86 \cdot 10^3$	$2,4702 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5294 \cdot 10^2$
395	$7,88 \cdot 10^3$	$2,4479 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5269 \cdot 10^2$
396	$7,90 \cdot 10^3$	$2,4995 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5329 \cdot 10^2$
397	$7,92 \cdot 10^3$	$2,6330 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5486 \cdot 10^2$
398	$7,94 \cdot 10^3$	$2,8470 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5754 \cdot 10^2$
399	$7,96 \cdot 10^3$	$3,1244 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6126 \cdot 10^2$
400	$7,98 \cdot 10^3$	$3,4427 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6588 \cdot 10^2$
401	$8,00 \cdot 10^3$	$3,7816 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7119 \cdot 10^2$
402	$8,02 \cdot 10^3$	$4,1214 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7690 \cdot 10^2$
403	$8,04 \cdot 10^3$	$4,4428 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8263 \cdot 10^2$
404	$8,06 \cdot 10^3$	$4,7278 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8796 \cdot 10^2$
405	$8,08 \cdot 10^3$	$4,9607 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9247 \cdot 10^2$
406	$8,10 \cdot 10^3$	$5,1288 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9582 \cdot 10^2$
407	$8,12 \cdot 10^3$	$5,2237 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9773 \cdot 10^2$
408	$8,14 \cdot 10^3$	$5,2419 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9809 \cdot 10^2$
409	$8,16 \cdot 10^3$	$5,1845 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9690 \cdot 10^2$
410	$8,18 \cdot 10^3$	$5,0578 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9434 \cdot 10^2$
411	$8,20 \cdot 10^3$	$4,8728 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9068 \cdot 10^2$
412	$8,22 \cdot 10^3$	$4,6443 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8629 \cdot 10^2$
413	$8,24 \cdot 10^3$	$4,3902 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8158 \cdot 10^2$
414	$8,26 \cdot 10^3$	$4,1303 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7697 \cdot 10^2$
415	$8,28 \cdot 10^3$	$3,8847 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7281 \cdot 10^2$
416	$8,30 \cdot 10^3$	$3,6721 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6937 \cdot 10^2$
417	$8,32 \cdot 10^3$	$3,5074 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6681 \cdot 10^2$
418	$8,34 \cdot 10^3$	$3,4010 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6521 \cdot 10^2$
419	$8,36 \cdot 10^3$	$3,3590 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6460 \cdot 10^2$
420	$8,38 \cdot 10^3$	$3,3867 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6501 \cdot 10^2$
421	$8,40 \cdot 10^3$	$3,4916 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6660 \cdot 10^2$
422	$8,42 \cdot 10^3$	$3,6818 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6958 \cdot 10^2$
423	$8,44 \cdot 10^3$	$3,9558 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7407 \cdot 10^2$
424	$8,46 \cdot 10^3$	$4,2964 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7999 \cdot 10^2$
425	$8,48 \cdot 10^3$	$4,6811 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8709 \cdot 10^2$
426	$8,50 \cdot 10^3$	$5,0892 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9507 \cdot 10^2$
427	$8,52 \cdot 10^3$	$5,4948 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0300 \cdot 10^2$
428	$8,54 \cdot 10^3$	$5,8730 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,1007 \cdot 10^2$
429	$8,56 \cdot 10^3$	$6,2677 \cdot 10^{-2}$	1,9999	$2,4660 \cdot 10^2$
430	$8,58 \cdot 10^3$	$6,5602 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5535 \cdot 10^2$
431	$8,60 \cdot 10^3$	$6,7995 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6256 \cdot 10^2$
432	$8,62 \cdot 10^3$	$6,9611 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6747 \cdot 10^2$
433	$8,64 \cdot 10^3$	$7,0388 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6985 \cdot 10^2$
434	$8,66 \cdot 10^3$	$7,0310 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6964 \cdot 10^2$
435	$8,68 \cdot 10^3$	$6,9408 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6693 \cdot 10^2$
436	$8,70 \cdot 10^3$	$6,7760 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,6198 \cdot 10^2$
437	$8,72 \cdot 10^3$	$6,5484 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,5518 \cdot 10^2$
438	$8,74 \cdot 10^3$	$6,2739 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,4705 \cdot 10^2$
439	$8,76 \cdot 10^3$	$5,9706 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3816 \cdot 10^2$
440	$8,78 \cdot 10^3$	$5,6583 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2912 \cdot 10^2$

Продовження табл. 7.9

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
441	$8,80 \cdot 10^3$	$5,3563 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2051 \cdot 10^2$
442	$8,82 \cdot 10^3$	$5,1229 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
443	$8,84 \cdot 10^3$	$4,9228 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
444	$8,86 \cdot 10^3$	$4,6631 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8682 \cdot 10^2$
445	$8,88 \cdot 10^3$	$4,5281 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8414 \cdot 10^2$
446	$8,90 \cdot 10^3$	$4,4645 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8298 \cdot 10^2$
447	$8,92 \cdot 10^3$	$4,4785 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8324 \cdot 10^2$
448	$8,94 \cdot 10^3$	$4,5707 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8497 \cdot 10^2$
449	$8,96 \cdot 10^3$	$4,7255 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8790 \cdot 10^2$
450	$8,98 \cdot 10^3$	$4,9220 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9171 \cdot 10^2$
451	$9,00 \cdot 10^3$	$5,1405 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9607 \cdot 10^2$
452	$9,02 \cdot 10^3$	$5,3614 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0052 \cdot 10^2$
453	$9,04 \cdot 10^3$	$5,5597 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0413 \cdot 10^2$
454	$9,06 \cdot 10^3$	$5,7257 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$3,0721 \cdot 10^2$
455	$9,08 \cdot 10^3$	$5,8635 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3531 \cdot 10^2$
456	$9,10 \cdot 10^3$	$5,9216 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3658 \cdot 10^2$
457	$9,12 \cdot 10^3$	$5,9105 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3629 \cdot 10^2$
458	$9,14 \cdot 10^3$	$5,8246 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,3383 \cdot 10^2$
459	$9,16 \cdot 10^3$	$5,6648 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2925 \cdot 10^2$
460	$9,18 \cdot 10^3$	$5,4371 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2277 \cdot 10^2$
461	$9,20 \cdot 10^3$	$5,1689 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
462	$9,22 \cdot 10^3$	$4,8690 \cdot 10^{-2}$	2,0000	$2,2000 \cdot 10^2$
463	$9,24 \cdot 10^3$	$4,4804 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8226 \cdot 10^2$
464	$9,26 \cdot 10^3$	$4,1130 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7666 \cdot 10^2$
465	$9,28 \cdot 10^3$	$3,7691 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7091 \cdot 10^2$
466	$9,30 \cdot 10^3$	$3,4578 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6604 \cdot 10^2$
467	$9,32 \cdot 10^3$	$3,1937 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6218 \cdot 10^2$
468	$9,34 \cdot 10^3$	$2,9870 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5934 \cdot 10^2$
469	$9,36 \cdot 10^3$	$2,8435 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5746 \cdot 10^2$
470	$9,38 \cdot 10^3$	$2,7682 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5651 \cdot 10^2$
471	$9,40 \cdot 10^3$	$2,7683 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5652 \cdot 10^2$
472	$9,42 \cdot 10^3$	$2,8515 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5758 \cdot 10^2$
473	$9,44 \cdot 10^3$	$3,0161 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5976 \cdot 10^2$
474	$9,46 \cdot 10^3$	$3,2448 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6296 \cdot 10^2$
475	$9,48 \cdot 10^3$	$3,5150 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6698 \cdot 10^2$
476	$9,50 \cdot 10^3$	$3,8059 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7158 \cdot 10^2$
477	$9,52 \cdot 10^3$	$4,0978 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7649 \cdot 10^2$
478	$9,54 \cdot 10^3$	$4,3711 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8131 \cdot 10^2$
479	$9,56 \cdot 10^3$	$4,6076 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8567 \cdot 10^2$
480	$9,58 \cdot 10^3$	$4,7911 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8915 \cdot 10^2$
481	$9,60 \cdot 10^3$	$4,9090 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9143 \cdot 10^2$
482	$9,62 \cdot 10^3$	$4,9526 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9228 \cdot 10^2$
483	$9,64 \cdot 10^3$	$4,9181 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,9159 \cdot 10^2$
484	$9,66 \cdot 10^3$	$4,8067 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8940 \cdot 10^2$
485	$9,68 \cdot 10^3$	$4,6244 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8592 \cdot 10^2$
486	$9,70 \cdot 10^3$	$4,3821 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,8144 \cdot 10^2$
487	$9,72 \cdot 10^3$	$4,0945 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7635 \cdot 10^2$
488	$9,74 \cdot 10^3$	$3,7794 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,7108 \cdot 10^2$
489	$9,76 \cdot 10^3$	$3,4565 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6602 \cdot 10^2$

### 7.5. Варіанти завдань

Закінчення табл. 7.9

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$
490	$9,78 \cdot 10^3$	$3,1459 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6150 \cdot 10^2$
491	$9,80 \cdot 10^3$	$2,8659 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5774 \cdot 10^2$
492	$9,82 \cdot 10^3$	$2,6315 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5482 \cdot 10^2$
493	$9,84 \cdot 10^3$	$2,4527 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5274 \cdot 10^2$
494	$9,86 \cdot 10^3$	$2,3356 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5145 \cdot 10^2$
495	$9,88 \cdot 10^3$	$2,2853 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5091 \cdot 10^2$
496	$9,90 \cdot 10^3$	$2,3091 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5117 \cdot 10^2$
497	$9,92 \cdot 10^3$	$2,4148 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5233 \cdot 10^2$
498	$9,94 \cdot 10^3$	$2,6008 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5448 \cdot 10^2$
499	$9,96 \cdot 10^3$	$2,8498 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,5757 \cdot 10^2$
500	$9,98 \cdot 10^3$	$3,1392 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6147 \cdot 10^2$
501	$1,00 \cdot 10^4$	$3,4485 \cdot 10^{-2}$	1,0000	$2,6597 \cdot 10^2$

Таблиця 7.10. Вихідні вибірки змінної  $x_3$  для нештатного режиму

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$
1	0,00	2,0000·10	0,0000·10	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^5$
2	$2,00 \cdot 10$	2,0000·10	$1,1919 \cdot 10^2$	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
3	$4,00 \cdot 10$	2,0000·10	$1,4982 \cdot 10^2$	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
4	$6,00 \cdot 10$	2,0000·10	$1,5001 \cdot 10^2$	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
5	$8,00 \cdot 10$	2,0000·10	$1,5000 \cdot 10^2$	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
6	$1,00 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
7	$1,20 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
8	$1,40 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
9	$1,60 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
10	$1,80 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
11	$2,00 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	0,0000	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
12	$2,20 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$4,0000 \cdot 10^4$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
13	$2,40 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$8,0000 \cdot 10^4$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
14	$2,60 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
15	$2,80 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,6000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
16	$3,00 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$2,0000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
17	$3,20 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$2,4000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
18	$3,40 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$2,8000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
19	$3,60 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$3,2000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
20	$3,80 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$3,6000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
21	$4,00 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$4,0000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
22	$4,20 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$4,4000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
23	$4,40 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$4,8000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
24	$4,60 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$5,2000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
25	$4,80 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$5,6000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
26	$5,00 \cdot 10^2$	2,0000·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$6,0000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
27	$5,20 \cdot 10^2$	2,0546·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$6,4000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2000 \cdot 10^6$
28	$5,40 \cdot 10^2$	2,1087·10	$1,4993 \cdot 10^2$	$6,8000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,5571 \cdot 10^5$
29	$5,60 \cdot 10^2$	2,1623·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$7,2000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,6498 \cdot 10^5$
30	$5,80 \cdot 10^2$	2,2152·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$7,6000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,9699 \cdot 10^5$
31	$6,00 \cdot 10^2$	2,2675·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$8,0000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,3936 \cdot 10^5$

**Розділ 7. Гарантоване функціонування складних технічних систем за умов багатофакторних ризиків**

*Продовження табл. 7.10*

№	$t$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{34}$	$X_{35}$
32	$6,20 \cdot 10^2$	2,3193·10	$1,4995 \cdot 10^2$	$8,4000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,9011 \cdot 10^5$
33	$6,40 \cdot 10^2$	2,3705·10	$1,4995 \cdot 10^2$	$8,8000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,4774 \cdot 10^5$
34	$6,60 \cdot 10^2$	2,4211·10	$1,4995 \cdot 10^2$	$9,2000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,1108 \cdot 10^5$
35	$6,80 \cdot 10^2$	2,4712·10	$1,4995 \cdot 10^2$	$9,6000 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,7917 \cdot 10^5$
36	$7,00 \cdot 10^2$	2,5208·10	$1,4994 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,5128 \cdot 10^5$
37	$7,20 \cdot 10^2$	2,5698·10	$1,4998 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,4373 \cdot 10^5$
38	$7,40 \cdot 10^2$	2,6182·10	$1,4998 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,3719 \cdot 10^5$
39	$7,60 \cdot 10^2$	2,6662·10	$1,4998 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,3080 \cdot 10^5$
40	$7,80 \cdot 10^2$	2,7136·10	$1,4998 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,2455 \cdot 10^5$
41	$8,00 \cdot 10^2$	2,7605·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,1845 \cdot 10^5$
42	$8,20 \cdot 10^2$	2,8069·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,1248 \cdot 10^5$
43	$8,40 \cdot 10^2$	2,8527·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,0665 \cdot 10^5$
44	$8,60 \cdot 10^2$	2,8981·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,0096 \cdot 10^5$
45	$8,80 \cdot 10^2$	2,9430·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,9539 \cdot 10^5$
46	$9,00 \cdot 10^2$	2,9874·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,8996 \cdot 10^5$
47	$9,20 \cdot 10^2$	3,0313·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,8465 \cdot 10^5$
48	$9,40 \cdot 10^2$	3,0747·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,7947 \cdot 10^5$
49	$9,60 \cdot 10^2$	3,1176·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,7441 \cdot 10^5$
50	$9,80 \cdot 10^2$	3,1601·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6947 \cdot 10^5$
51	$1,00 \cdot 10^3$	3,2021·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6464 \cdot 10^5$
52	$1,02 \cdot 10^3$	3,2436·10	$1,4979 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,2806 \cdot 10^5$
53	$1,04 \cdot 10^3$	3,2847·10	$1,4978 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0253 \cdot 10^5$
54	$1,06 \cdot 10^3$	3,3254·10	$1,4910 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$8,4955 \cdot 10^4$
55	$1,08 \cdot 10^3$	3,3656·10	$1,4755 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$7,2840 \cdot 10^4$
56	$1,10 \cdot 10^3$	3,4053·10	$1,4983 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,6734 \cdot 10^4$
57	$1,12 \cdot 10^3$	3,4447·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,2767 \cdot 10^4$
58	$1,14 \cdot 10^3$	3,4835·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,1517 \cdot 10^4$
59	$1,16 \cdot 10^3$	3,5220·10	$1,5003 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,2818 \cdot 10^4$
60	$1,18 \cdot 10^3$	3,5601·10	$1,5010 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,6819 \cdot 10^4$
61	$1,20 \cdot 10^3$	3,5977·10	$1,5016 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$7,3996 \cdot 10^4$
62	$1,22 \cdot 10^3$	3,6349·10	$1,5020 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$8,5209 \cdot 10^4$
63	$1,24 \cdot 10^3$	3,6717·10	$1,5023 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0176 \cdot 10^5$
64	$1,26 \cdot 10^3$	3,7081·10	$1,5236 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,2706 \cdot 10^5$
65	$1,28 \cdot 10^3$	3,7442·10	$1,5699 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,6486 \cdot 10^5$
66	$1,30 \cdot 10^3$	3,7798·10	$1,4978 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,9928 \cdot 10^5$
67	$1,32 \cdot 10^3$	3,8150·10	$1,5009 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,5193 \cdot 10^5$
68	$1,34 \cdot 10^3$	3,8498·10	$1,5005 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,0309 \cdot 10^5$
69	$1,36 \cdot 10^3$	3,8843·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,3918 \cdot 10^5$
70	$1,38 \cdot 10^3$	3,9184·10	$1,4995 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,4343 \cdot 10^5$
71	$1,40 \cdot 10^3$	3,9521·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,1009 \cdot 10^5$
72	$1,42 \cdot 10^3$	3,9854·10	$1,4982 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,5216 \cdot 10^5$
73	$1,44 \cdot 10^3$	4,0184·10	$1,4975 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,9100 \cdot 10^5$
74	$1,46 \cdot 10^3$	4,0510·10	$1,4849 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,3916 \cdot 10^5$
75	$1,48 \cdot 10^3$	4,0833·10	$1,4185 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$9,7757 \cdot 10^4$
76	$1,50 \cdot 10^3$	4,1152·10	$1,4954 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$7,6677 \cdot 10^4$
77	$1,52 \cdot 10^3$	4,1468·10	$1,4976 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
78	$1,54 \cdot 10^3$	4,1780·10	$1,4992 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
79	$1,56 \cdot 10^3$	4,2088·10	$1,4992 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
80	$1,58 \cdot 10^3$	4,2394·10	$1,4992 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.10

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$
81	$1,60 \cdot 10^3$	4,2696 · 10	$1,4972 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
82	$1,62 \cdot 10^3$	4,2994 · 10	$1,4922 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
83	$1,64 \cdot 10^3$	4,3290 · 10	$1,4875 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
84	$1,66 \cdot 10^3$	4,3582 · 10	$1,4832 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
85	$1,68 \cdot 10^3$	4,3871 · 10	$1,4795 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
86	$1,70 \cdot 10^3$	4,4157 · 10	$1,4766 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
87	$1,72 \cdot 10^3$	4,4440 · 10	$1,5047 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
88	$1,74 \cdot 10^3$	4,4719 · 10	$1,4998 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
89	$1,76 \cdot 10^3$	4,4996 · 10	$1,5000 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
90	$1,78 \cdot 10^3$	4,5269 · 10	$1,5002 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
91	$1,80 \cdot 10^3$	4,5540 · 10	$1,5585 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$9,2687 \cdot 10^4$
92	$1,82 \cdot 10^3$	4,5807 · 10	$1,3779 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$9,9743 \cdot 10^4$
93	$1,84 \cdot 10^3$	4,6072 · 10	$1,5025 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,3486 \cdot 10^5$
94	$1,86 \cdot 10^3$	4,6334 · 10	$1,5014 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,4976 \cdot 10^5$
95	$1,88 \cdot 10^3$	4,6593 · 10	$1,5001 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,4953 \cdot 10^5$
96	$1,90 \cdot 10^3$	4,6849 · 10	$1,4987 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,3281 \cdot 10^5$
97	$1,92 \cdot 10^3$	4,7102 · 10	$1,4972 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,0652 \cdot 10^5$
98	$1,94 \cdot 10^3$	4,7353 · 10	$1,4958 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$7,9864 \cdot 10^4$
99	$1,96 \cdot 10^3$	4,7600 · 10	$1,4987 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
100	$1,98 \cdot 10^3$	4,7845 · 10	$1,5007 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
101	$2,00 \cdot 10^3$	4,8088 · 10	$1,5007 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
102	$2,02 \cdot 10^3$	4,8327 · 10	$1,5007 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
103	$2,04 \cdot 10^3$	4,8565 · 10	$1,5006 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
104	$2,06 \cdot 10^3$	4,8799 · 10	$1,5006 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
105	$2,08 \cdot 10^3$	4,9031 · 10	$1,5006 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
106	$2,10 \cdot 10^3$	4,9260 · 10	$1,5005 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
107	$2,12 \cdot 10^3$	4,9487 · 10	$1,5005 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
108	$2,14 \cdot 10^3$	4,9712 · 10	$1,5005 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
109	$2,16 \cdot 10^3$	4,9934 · 10	$1,5004 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
110	$2,18 \cdot 10^3$	5,0153 · 10	$1,5004 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
111	$2,20 \cdot 10^3$	5,0370 · 10	$1,5004 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
112	$2,22 \cdot 10^3$	5,0585 · 10	$1,5004 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
113	$2,24 \cdot 10^3$	5,0797 · 10	$1,5003 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
114	$2,26 \cdot 10^3$	5,1007 · 10	$1,5003 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
115	$2,28 \cdot 10^3$	5,1215 · 10	$1,5003 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
116	$2,30 \cdot 10^3$	5,1421 · 10	$1,5003 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
117	$2,32 \cdot 10^3$	5,1624 · 10	$1,5003 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
118	$2,34 \cdot 10^3$	5,1825 · 10	$1,5002 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
119	$2,36 \cdot 10^3$	5,2024 · 10	$1,5002 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
120	$2,38 \cdot 10^3$	5,2220 · 10	$1,5002 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
121	$2,40 \cdot 10^3$	5,2415 · 10	$1,5002 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
122	$2,42 \cdot 10^3$	5,2607 · 10	$1,5002 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
123	$2,44 \cdot 10^3$	5,2798 · 10	$1,5002 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
124	$2,46 \cdot 10^3$	5,2986 · 10	$1,5002 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
125	$2,48 \cdot 10^3$	5,3172 · 10	$1,5001 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
126	$2,50 \cdot 10^3$	5,3356 · 10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
127	$2,52 \cdot 10^3$	5,3538 · 10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
128	$2,54 \cdot 10^3$	5,3718 · 10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
129	$2,56 \cdot 10^3$	5,3896 · 10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$

Продовження табл. 7.10

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$
130	$2,58 \cdot 10^3$	5,4072·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
131	$2,60 \cdot 10^3$	5,4247·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
132	$2,62 \cdot 10^3$	5,4419·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
133	$2,64 \cdot 10^3$	5,4589·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
134	$2,66 \cdot 10^3$	5,4758·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
135	$2,68 \cdot 10^3$	5,4925·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
136	$2,70 \cdot 10^3$	5,5090·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
137	$2,72 \cdot 10^3$	5,5253·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
138	$2,74 \cdot 10^3$	5,5414·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
139	$2,76 \cdot 10^3$	5,5574·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
140	$2,78 \cdot 10^3$	5,5731·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
141	$2,80 \cdot 10^3$	5,5888·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
142	$2,82 \cdot 10^3$	5,6042·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
143	$2,84 \cdot 10^3$	5,6195·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
144	$2,86 \cdot 10^3$	5,6346·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
145	$2,88 \cdot 10^3$	5,6495·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
146	$2,90 \cdot 10^3$	5,6643·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
147	$2,92 \cdot 10^3$	5,6789·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
148	$2,94 \cdot 10^3$	5,6933·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
149	$2,96 \cdot 10^3$	5,7076·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
150	$2,98 \cdot 10^3$	5,7218·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
151	$3,00 \cdot 10^3$	5,7358·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
152	$3,02 \cdot 10^3$	5,6949·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
153	$3,04 \cdot 10^3$	5,6545·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
154	$3,06 \cdot 10^3$	5,6145·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
155	$3,08 \cdot 10^3$	5,5749·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
156	$3,10 \cdot 10^3$	5,5358·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
157	$3,12 \cdot 10^3$	5,4971·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
158	$3,14 \cdot 10^3$	5,4589·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
159	$3,16 \cdot 10^3$	5,4211·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
160	$3,18 \cdot 10^3$	5,3836·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
161	$3,20 \cdot 10^3$	5,3466·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
162	$3,22 \cdot 10^3$	5,3100·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
163	$3,24 \cdot 10^3$	5,2738·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
164	$3,26 \cdot 10^3$	5,2380·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
165	$3,28 \cdot 10^3$	5,2025·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
166	$3,30 \cdot 10^3$	5,1675·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
167	$3,32 \cdot 10^3$	5,1329·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
168	$3,34 \cdot 10^3$	5,0986·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
169	$3,36 \cdot 10^3$	5,0647·10	$1,5309 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,2286 \cdot 10^4$
170	$3,38 \cdot 10^3$	5,0312·10	$1,5635 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$9,2908 \cdot 10^4$
171	$3,40 \cdot 10^3$	4,9980·10	$1,4260 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,3678 \cdot 10^4$
172	$3,42 \cdot 10^3$	4,9652·10	$1,4982 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$7,6242 \cdot 10^4$
173	$3,44 \cdot 10^3$	4,9328·10	$1,4816 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,1636 \cdot 10^4$
174	$3,46 \cdot 10^3$	4,9007·10	$1,4796 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
175	$3,48 \cdot 10^3$	4,8689·10	$1,5004 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
176	$3,50 \cdot 10^3$	4,8376·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
177	$3,52 \cdot 10^3$	4,8065·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$
178	$3,54 \cdot 10^3$	4,7758·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0000 \cdot 10^4$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.10

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$
179	$3,56 \cdot 10^3$	4,7454 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
180	$3,58 \cdot 10^3$	4,7154 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
181	$3,60 \cdot 10^3$	4,6857 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
182	$3,62 \cdot 10^3$	4,6563 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
183	$3,64 \cdot 10^3$	4,6273 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
184	$3,66 \cdot 10^3$	4,5985 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
185	$3,68 \cdot 10^3$	4,5701 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
186	$3,70 \cdot 10^3$	4,5420 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
187	$3,72 \cdot 10^3$	4,5142 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
188	$3,74 \cdot 10^3$	4,4867 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
189	$3,76 \cdot 10^3$	4,4595 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
190	$3,78 \cdot 10^3$	4,4326 · 10	$1,5390 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$8,5792 \cdot 10^4$
191	$3,80 \cdot 10^3$	4,4059 · 10	$1,6255 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,2391 \cdot 10^5$
192	$3,82 \cdot 10^3$	4,3796 · 10	$1,4886 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,5500 \cdot 10^5$
193	$3,84 \cdot 10^3$	4,3536 · 10	$1,5012 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$2,0066 \cdot 10^5$
194	$3,86 \cdot 10^3$	4,3278 · 10	$1,5006 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$2,3952 \cdot 10^5$
195	$3,88 \cdot 10^3$	4,3024 · 10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$2,5685 \cdot 10^5$
196	$3,90 \cdot 10^3$	4,2772 · 10	$1,4995 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$2,4431 \cdot 10^5$
197	$3,92 \cdot 10^3$	4,2523 · 10	$1,4989 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$2,0871 \cdot 10^5$
198	$3,94 \cdot 10^3$	4,2276 · 10	$1,4984 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,6591 \cdot 10^5$
199	$3,96 \cdot 10^3$	4,2033 · 10	$1,4979 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,2779 \cdot 10^5$
200	$3,98 \cdot 10^3$	4,1792 · 10	$1,4975 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$9,8393 \cdot 10^4$
201	$4,00 \cdot 10^3$	4,1553 · 10	$1,4973 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$7,7250 \cdot 10^4$
202	$4,02 \cdot 10^3$	4,1317 · 10	$1,4781 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,1762 \cdot 10^4$
203	$4,04 \cdot 10^3$	4,1084 · 10	$1,4754 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
204	$4,06 \cdot 10^3$	4,0854 · 10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
205	$4,08 \cdot 10^3$	4,0625 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
206	$4,10 \cdot 10^3$	4,0400 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
207	$4,12 \cdot 10^3$	4,0177 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
208	$4,14 \cdot 10^3$	3,9956 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
209	$4,16 \cdot 10^3$	3,9738 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
210	$4,18 \cdot 10^3$	3,9522 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
211	$4,20 \cdot 10^3$	3,9308 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,0000 \cdot 10^4$
212	$4,22 \cdot 10^3$	3,9097 · 10	$1,5044 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$6,4788 \cdot 10^4$
213	$4,24 \cdot 10^3$	3,8888 · 10	$1,5290 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$8,9831 \cdot 10^4$
214	$4,26 \cdot 10^3$	3,8681 · 10	$1,6003 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,2234 \cdot 10^5$
215	$4,28 \cdot 10^3$	3,8477 · 10	$1,5079 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,5376 \cdot 10^5$
216	$4,30 \cdot 10^3$	3,8275 · 10	$1,5014 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$2,0653 \cdot 10^5$
217	$4,32 \cdot 10^3$	3,8075 · 10	$1,5011 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$2,7378 \cdot 10^5$
218	$4,34 \cdot 10^3$	3,7877 · 10	$1,5007 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$3,4769 \cdot 10^5$
219	$4,36 \cdot 10^3$	3,7682 · 10	$1,5003 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$4,1015 \cdot 10^5$
220	$4,38 \cdot 10^3$	3,7488 · 10	$1,4999 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$4,3734 \cdot 10^5$
221	$4,40 \cdot 10^3$	3,7297 · 10	$1,4996 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$4,1502 \cdot 10^5$
222	$4,42 \cdot 10^3$	3,7108 · 10	$1,4991 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$3,5300 \cdot 10^5$
223	$4,44 \cdot 10^3$	3,6920 · 10	$1,4987 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$2,7829 \cdot 10^5$
224	$4,46 \cdot 10^3$	3,6735 · 10	$1,4984 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$2,1222 \cdot 10^5$
225	$4,48 \cdot 10^3$	3,6552 · 10	$1,4981 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000 · 10	$1,6178 \cdot 10^5$
226	$4,50 \cdot 10^3$	3,6371 · 10	$1,4979 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$1,2580 \cdot 10^5$
227	$4,52 \cdot 10^3$	3,6192 · 10	$1,4978 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000 · 10	$1,0091 \cdot 10^5$



№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$
228	$4,54 \cdot 10^3$	3,6015·10	$1,4909 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$8,3618 \cdot 10^4$
229	$4,56 \cdot 10^3$	3,5840·10	$1,4753 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$7,1677 \cdot 10^4$
230	$4,58 \cdot 10^3$	3,5666·10	$1,5253 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,7000 \cdot 10^4$
231	$4,60 \cdot 10^3$	3,5495·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,1834 \cdot 10^4$
232	$4,62 \cdot 10^3$	3,5325·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,0695 \cdot 10^4$
233	$4,64 \cdot 10^3$	3,5158·10	$1,5004 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,2116 \cdot 10^4$
234	$4,66 \cdot 10^3$	3,4992·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$6,6273 \cdot 10^4$
235	$4,68 \cdot 10^3$	3,4828·10	$1,5017 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$7,3697 \cdot 10^4$
236	$4,70 \cdot 10^3$	3,4666·10	$1,5021 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$8,5374 \cdot 10^4$
237	$4,72 \cdot 10^3$	3,4505·10	$1,5024 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0290 \cdot 10^5$
238	$4,74 \cdot 10^3$	3,4347·10	$1,5376 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3153 \cdot 10^5$
239	$4,76 \cdot 10^3$	3,4190·10	$1,5879 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$1,7516 \cdot 10^5$
240	$4,78 \cdot 10^3$	3,4034·10	$1,5043 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,1929 \cdot 10^5$
241	$4,80 \cdot 10^3$	3,3881·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,9198 \cdot 10^5$
242	$4,82 \cdot 10^3$	3,3729·10	$1,5008 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,8304 \cdot 10^5$
243	$4,84 \cdot 10^3$	3,3579·10	$1,5004 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,8214 \cdot 10^5$
244	$4,86 \cdot 10^3$	3,3430·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,6571 \cdot 10^5$
245	$4,88 \cdot 10^3$	3,3283·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0280 \cdot 10^5$
246	$4,90 \cdot 10^3$	3,3138·10	$1,4993 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,7331 \cdot 10^5$
247	$4,92 \cdot 10^3$	3,2994·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,8791 \cdot 10^5$
248	$4,94 \cdot 10^3$	3,2852·10	$1,4984 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,8331 \cdot 10^5$
249	$4,96 \cdot 10^3$	3,2712·10	$1,4981 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,9072 \cdot 10^5$
250	$4,98 \cdot 10^3$	3,2572·10	$1,4978 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,2042 \cdot 10^5$
251	$5,00 \cdot 10^3$	3,2435·10	$1,4910 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6986 \cdot 10^5$
252	$5,02 \cdot 10^3$	3,2299·10	$1,4707 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3376 \cdot 10^5$
253	$5,04 \cdot 10^3$	3,2164·10	$1,5050 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1339 \cdot 10^5$
254	$5,06 \cdot 10^3$	3,2031·10	$1,4973 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$9,7212 \cdot 10^4$
255	$5,08 \cdot 10^3$	3,1900·10	$1,4978 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$8,7365 \cdot 10^4$
256	$5,10 \cdot 10^3$	3,1769·10	$1,4984 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$8,1862 \cdot 10^4$
257	$5,12 \cdot 10^3$	3,1641·10	$1,4991 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$7,9980 \cdot 10^4$
258	$5,14 \cdot 10^3$	3,1513·10	$1,4998 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$8,1473 \cdot 10^4$
259	$5,16 \cdot 10^3$	3,1387·10	$1,5006 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$8,6521 \cdot 10^4$
260	$5,18 \cdot 10^3$	3,1263·10	$1,5012 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$9,5764 \cdot 10^4$
261	$5,20 \cdot 10^3$	3,1140·10	$1,5018 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1041 \cdot 10^5$
262	$5,22 \cdot 10^3$	3,1018·10	$1,5022 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3242 \cdot 10^5$
263	$5,24 \cdot 10^3$	3,0897·10	$1,5025 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6477 \cdot 10^5$
264	$5,26 \cdot 10^3$	3,0778·10	$1,5026 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,1156 \cdot 10^5$
265	$5,28 \cdot 10^3$	3,0660·10	$1,5025 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,7768 \cdot 10^5$
266	$5,30 \cdot 10^3$	3,0543·10	$1,5023 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,6700 \cdot 10^5$
267	$5,32 \cdot 10^3$	3,0428·10	$1,5180 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,8135 \cdot 10^5$
268	$5,34 \cdot 10^3$	3,0314·10	$1,5524 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,1441 \cdot 10^5$
269	$5,36 \cdot 10^3$	3,0201·10	$1,4744 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,6240 \cdot 10^5$
270	$5,38 \cdot 10^3$	3,0090·10	$1,5005 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$7,4513 \cdot 10^5$
271	$5,40 \cdot 10^3$	2,9979·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$7,1180 \cdot 10^5$
272	$5,42 \cdot 10^3$	2,9870·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,0712 \cdot 10^5$
273	$5,44 \cdot 10^3$	2,9762·10	$1,4993 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,7624 \cdot 10^5$
274	$5,46 \cdot 10^3$	2,9655·10	$1,4990 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,5993 \cdot 10^5$
275	$5,48 \cdot 10^3$	2,9550·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,7194 \cdot 10^5$
276	$5,50 \cdot 10^3$	2,9445·10	$1,4988 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,0972 \cdot 10^5$

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.10

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$
277	$5,52 \cdot 10^3$	2,9342·10	$1,4927 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6628 \cdot 10^5$
278	$5,54 \cdot 10^3$	2,9240·10	$1,4834 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3650 \cdot 10^5$
279	$5,56 \cdot 10^3$	2,9138·10	$1,5608 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,2572 \cdot 10^5$
280	$5,58 \cdot 10^3$	2,9038·10	$1,4993 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0623 \cdot 10^5$
281	$5,60 \cdot 10^3$	2,8940·10	$1,4998 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$9,9247 \cdot 10^4$
282	$5,62 \cdot 10^3$	2,8842·10	$1,5003 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$9,6677 \cdot 10^4$
283	$5,64 \cdot 10^3$	2,8745·10	$1,5009 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$9,8184 \cdot 10^4$
284	$5,66 \cdot 10^3$	2,8649·10	$1,5014 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0394 \cdot 10^5$
285	$5,68 \cdot 10^3$	2,8555·10	$1,5019 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1468 \cdot 10^5$
286	$5,70 \cdot 10^3$	2,8461·10	$1,5187 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3313 \cdot 10^5$
287	$5,72 \cdot 10^3$	2,8369·10	$1,5674 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6403 \cdot 10^5$
288	$5,74 \cdot 10^3$	2,8277·10	$1,5110 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,9351 \cdot 10^5$
289	$5,76 \cdot 10^3$	2,8187·10	$1,5014 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,4959 \cdot 10^5$
290	$5,78 \cdot 10^3$	2,8097·10	$1,5013 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,2613 \cdot 10^5$
291	$5,80 \cdot 10^3$	2,8008·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,2898 \cdot 10^5$
292	$5,82 \cdot 10^3$	2,7921·10	$1,5008 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,5629 \cdot 10^5$
293	$5,84 \cdot 10^3$	2,7834·10	$1,5006 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,9356 \cdot 10^5$
294	$5,86 \cdot 10^3$	2,7748·10	$1,5003 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,0981 \cdot 10^5$
295	$5,88 \cdot 10^3$	2,7664·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,6409 \cdot 10^5$
296	$5,90 \cdot 10^3$	2,7580·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,2689 \cdot 10^5$
297	$5,92 \cdot 10^3$	2,7497·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$7,0707 \cdot 10^5$
298	$5,94 \cdot 10^3$	2,7415·10	$1,4993 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,5435 \cdot 10^5$
299	$5,96 \cdot 10^3$	2,7334·10	$1,4991 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,1793 \cdot 10^5$
300	$5,98 \cdot 10^3$	2,7253·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,1495 \cdot 10^5$
301	$6,00 \cdot 10^3$	2,7174·10	$1,4988 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,4235 \cdot 10^5$
302	$6,02 \cdot 10^3$	2,7183·10	$1,4987 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,9006 \cdot 10^5$
303	$6,04 \cdot 10^3$	2,7192·10	$1,4988 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,5602 \cdot 10^5$
304	$6,06 \cdot 10^3$	2,7201·10	$1,4990 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3329 \cdot 10^5$
305	$6,08 \cdot 10^3$	2,7210·10	$1,4992 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1866 \cdot 10^5$
306	$6,10 \cdot 10^3$	2,7218·10	$1,4995 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1012 \cdot 10^5$
307	$6,12 \cdot 10^3$	2,7227·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0655 \cdot 10^5$
308	$6,14 \cdot 10^3$	2,7235·10	$1,5003 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0747 \cdot 10^5$
309	$6,16 \cdot 10^3$	2,7244·10	$1,5006 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1299 \cdot 10^5$
310	$6,18 \cdot 10^3$	2,7252·10	$1,5009 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,2380 \cdot 10^5$
311	$6,20 \cdot 10^3$	2,7260·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,4127 \cdot 10^5$
312	$6,22 \cdot 10^3$	2,7268·10	$1,5012 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6765 \cdot 10^5$
313	$6,24 \cdot 10^3$	2,7276·10	$1,5012 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,0632 \cdot 10^5$
314	$6,26 \cdot 10^3$	2,7284·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,6189 \cdot 10^5$
315	$6,28 \cdot 10^3$	2,7292·10	$1,5010 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,3965 \cdot 10^5$
316	$6,30 \cdot 10^3$	2,7300·10	$1,5008 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,4343 \cdot 10^5$
317	$6,32 \cdot 10^3$	2,7307·10	$1,5006 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,7087 \cdot 10^5$
318	$6,34 \cdot 10^3$	2,7315·10	$1,5004 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$7,0695 \cdot 10^5$
319	$6,36 \cdot 10^3$	2,7322·10	$1,5002 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,2041 \cdot 10^5$
320	$6,38 \cdot 10^3$	2,7330·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,7065 \cdot 10^5$
321	$6,40 \cdot 10^3$	2,7337·10	$1,4998 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,2904 \cdot 10^5$
322	$6,42 \cdot 10^3$	2,7344·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$7,0573 \cdot 10^5$
323	$6,44 \cdot 10^3$	2,7352·10	$1,4993 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,5111 \cdot 10^5$
324	$6,46 \cdot 10^3$	2,7359·10	$1,4991 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,1395 \cdot 10^5$
325	$6,48 \cdot 10^3$	2,7366·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,1078 \cdot 10^5$

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$
326	$6,50 \cdot 10^3$	2,7373-10	1,4988-10 <sup>2</sup>	1,0000-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	2,3819-10 <sup>5</sup>
327	$6,52 \cdot 10^3$	2,7379-10	1,4988-10 <sup>2</sup>	1,1243-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,8841-10 <sup>5</sup>
328	$6,54 \cdot 10^3$	2,7386-10	1,4988-10 <sup>2</sup>	1,2408-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,5467-10 <sup>5</sup>
329	$6,56 \cdot 10^3$	2,7393-10	1,4989-10 <sup>2</sup>	1,3422-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,3214-10 <sup>5</sup>
330	$6,58 \cdot 10^3$	2,7400-10	1,4992-10 <sup>2</sup>	1,4221-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,1763-10 <sup>5</sup>
331	$6,60 \cdot 10^3$	2,7406-10	1,4995-10 <sup>2</sup>	1,4755-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,0917-10 <sup>5</sup>
332	$6,62 \cdot 10^3$	2,7413-10	1,4998-10 <sup>2</sup>	1,4990-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,0562-10 <sup>5</sup>
333	$6,64 \cdot 10^3$	2,7419-10	1,5002-10 <sup>2</sup>	1,4911-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,0654-10 <sup>5</sup>
334	$6,66 \cdot 10^3$	2,7425-10	1,5005-10 <sup>2</sup>	1,4524-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,1202-10 <sup>5</sup>
335	$6,68 \cdot 10^3$	2,7432-10	1,5008-10 <sup>2</sup>	1,3852-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,2274-10 <sup>5</sup>
336	$6,70 \cdot 10^3$	2,7438-10	1,5010-10 <sup>2</sup>	1,2938-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,4007-10 <sup>5</sup>
337	$6,72 \cdot 10^3$	2,7444-10	1,5011-10 <sup>2</sup>	1,1840-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,6623-10 <sup>5</sup>
338	$6,74 \cdot 10^3$	2,7450-10	1,5011-10 <sup>2</sup>	1,0626-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	2,0459-10 <sup>5</sup>
339	$6,76 \cdot 10^3$	2,7456-10	1,5011-10 <sup>2</sup>	9,3733-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	2,5972-10 <sup>5</sup>
340	$6,78 \cdot 10^3$	2,7462-10	1,5009-10 <sup>2</sup>	8,1593-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	3,3688-10 <sup>5</sup>
341	$6,80 \cdot 10^3$	2,7468-10	1,5007-10 <sup>2</sup>	7,0610-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	4,3988-10 <sup>5</sup>
342	$6,82 \cdot 10^3$	2,7474-10	1,5005-10 <sup>2</sup>	6,1474-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	5,6639-10 <sup>5</sup>
343	$6,84 \cdot 10^3$	2,7479-10	1,5003-10 <sup>2</sup>	5,4758-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	7,0149-10 <sup>5</sup>
344	$6,86 \cdot 10^3$	2,7485-10	1,5002-10 <sup>2</sup>	5,0885-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	8,1410-10 <sup>5</sup>
345	$6,88 \cdot 10^3$	2,7491-10	1,5000-10 <sup>2</sup>	5,0098-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	8,6385-10 <sup>5</sup>
346	$6,90 \cdot 10^3$	2,7496-10	1,4998-10 <sup>2</sup>	5,2447-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	8,2238-10 <sup>5</sup>
347	$6,92 \cdot 10^3$	2,7502-10	1,4996-10 <sup>2</sup>	5,7783-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	6,9992-10 <sup>5</sup>
348	$6,94 \cdot 10^3$	2,7507-10	1,4993-10 <sup>2</sup>	6,5772-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	5,4655-10 <sup>5</sup>
349	$6,96 \cdot 10^3$	2,7513-10	1,4991-10 <sup>2</sup>	7,5912-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	4,1057-10 <sup>5</sup>
350	$6,98 \cdot 10^3$	2,7518-10	1,4989-10 <sup>2</sup>	8,7565-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	3,0827-10 <sup>5</sup>
351	$7,00 \cdot 10^3$	2,7523-10	1,4988-10 <sup>2</sup>	1,0000-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	2,3628-10 <sup>5</sup>
352	$7,02 \cdot 10^3$	2,7528-10	1,4987-10 <sup>2</sup>	1,1243-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,8691-10 <sup>5</sup>
353	$7,04 \cdot 10^3$	2,7534-10	1,4988-10 <sup>2</sup>	1,2408-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,5344-10 <sup>5</sup>
354	$7,06 \cdot 10^3$	2,7539-10	1,4989-10 <sup>2</sup>	1,3422-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,3110-10 <sup>5</sup>
355	$7,08 \cdot 10^3$	2,7544-10	1,4991-10 <sup>2</sup>	1,4221-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,1671-10 <sup>5</sup>
356	$7,10 \cdot 10^3$	2,7549-10	1,4995-10 <sup>2</sup>	1,4755-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,0832-10 <sup>5</sup>
357	$7,12 \cdot 10^3$	2,7554-10	1,4998-10 <sup>2</sup>	1,4990-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,0481-10 <sup>5</sup>
358	$7,14 \cdot 10^3$	2,7559-10	1,5002-10 <sup>2</sup>	1,4911-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,0573-10 <sup>5</sup>
359	$7,16 \cdot 10^3$	2,7563-10	1,5005-10 <sup>2</sup>	1,4524-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,1117-10 <sup>5</sup>
360	$7,18 \cdot 10^3$	2,7568-10	1,5008-10 <sup>2</sup>	1,3852-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,2182-10 <sup>5</sup>
361	$7,20 \cdot 10^3$	2,7573-10	1,5010-10 <sup>2</sup>	1,2938-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,3903-10 <sup>5</sup>
362	$7,22 \cdot 10^3$	2,7578-10	1,5011-10 <sup>2</sup>	1,1840-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	1,6501-10 <sup>5</sup>
363	$7,24 \cdot 10^3$	2,7582-10	1,5011-10 <sup>2</sup>	1,0626-10 <sup>6</sup>	6,0000-10	2,0311-10 <sup>5</sup>
364	$7,26 \cdot 10^3$	2,7587-10	1,5010-10 <sup>2</sup>	9,3733-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	2,5788-10 <sup>5</sup>
365	$7,28 \cdot 10^3$	2,7591-10	1,5009-10 <sup>2</sup>	8,1593-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	3,3454-10 <sup>5</sup>
366	$7,30 \cdot 10^3$	2,7596-10	1,5007-10 <sup>2</sup>	7,0610-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	4,3689-10 <sup>5</sup>
367	$7,32 \cdot 10^3$	2,7600-10	1,5005-10 <sup>2</sup>	6,1474-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	5,6263-10 <sup>5</sup>
368	$7,34 \cdot 10^3$	2,7605-10	1,5003-10 <sup>2</sup>	5,4758-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	6,9693-10 <sup>5</sup>
369	$7,36 \cdot 10^3$	2,7609-10	1,5001-10 <sup>2</sup>	5,0885-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	8,0884-10 <sup>5</sup>
370	$7,38 \cdot 10^3$	2,7613-10	1,5000-10 <sup>2</sup>	5,0098-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	8,5819-10 <sup>5</sup>
371	$7,40 \cdot 10^3$	2,7617-10	1,4998-10 <sup>2</sup>	5,2447-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	8,1685-10 <sup>5</sup>
372	$7,42 \cdot 10^3$	2,7622-10	1,4995-10 <sup>2</sup>	5,7783-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	6,9510-10 <sup>5</sup>
373	$7,44 \cdot 10^3$	2,7626-10	1,4993-10 <sup>2</sup>	6,5772-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	5,4278-10 <sup>5</sup>
374	$7,46 \cdot 10^3$	2,7630-10	1,4991-10 <sup>2</sup>	7,5912-10 <sup>5</sup>	6,0000-10	4,0777-10 <sup>5</sup>

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.10

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$
375	$7,48 \cdot 10^3$	2,7634·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,0619 \cdot 10^5$
376	$7,50 \cdot 10^3$	2,7638·10	$1,4987 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,3471 \cdot 10^5$
377	$7,52 \cdot 10^3$	2,7642·10	$1,4987 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,8567 \cdot 10^5$
378	$7,54 \cdot 10^3$	2,7646·10	$1,4987 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,5244 \cdot 10^5$
379	$7,56 \cdot 10^3$	2,7650·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3025 \cdot 10^5$
380	$7,58 \cdot 10^3$	2,7653·10	$1,4991 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1596 \cdot 10^5$
381	$7,60 \cdot 10^3$	2,7657·10	$1,4994 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0763 \cdot 10^5$
382	$7,62 \cdot 10^3$	2,7661·10	$1,4998 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0415 \cdot 10^5$
383	$7,64 \cdot 10^3$	2,7665·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0507 \cdot 10^5$
384	$7,66 \cdot 10^3$	2,7668·10	$1,5005 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1049 \cdot 10^5$
385	$7,68 \cdot 10^3$	2,7672·10	$1,5008 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,2108 \cdot 10^5$
386	$7,70 \cdot 10^3$	2,7675·10	$1,5010 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3819 \cdot 10^5$
387	$7,72 \cdot 10^3$	2,7679·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6403 \cdot 10^5$
388	$7,74 \cdot 10^3$	2,7683·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,0193 \cdot 10^5$
389	$7,76 \cdot 10^3$	2,7686·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,5641 \cdot 10^5$
390	$7,78 \cdot 10^3$	2,7689·10	$1,5009 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,3267 \cdot 10^5$
391	$7,80 \cdot 10^3$	2,7693·10	$1,5007 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,3451 \cdot 10^5$
392	$7,82 \cdot 10^3$	2,7696·10	$1,5005 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,5965 \cdot 10^5$
393	$7,84 \cdot 10^3$	2,7699·10	$1,5003 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,9330 \cdot 10^5$
394	$7,86 \cdot 10^3$	2,7703·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,0466 \cdot 10^5$
395	$7,88 \cdot 10^3$	2,7706·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,5370 \cdot 10^5$
396	$7,90 \cdot 10^3$	2,7709·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,1245 \cdot 10^5$
397	$7,92 \cdot 10^3$	2,7712·10	$1,4994 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,9126 \cdot 10^5$
398	$7,94 \cdot 10^3$	2,7716·10	$1,4992 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,3977 \cdot 10^5$
399	$7,96 \cdot 10^3$	2,7719·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,0553 \cdot 10^5$
400	$7,98 \cdot 10^3$	2,7722·10	$1,4987 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,0453 \cdot 10^5$
401	$8,00 \cdot 10^3$	2,7725·10	$1,4986 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,3345 \cdot 10^5$
402	$8,02 \cdot 10^3$	2,7728·10	$1,4985 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,8469 \cdot 10^5$
403	$8,04 \cdot 10^3$	2,7731·10	$1,4985 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,5164 \cdot 10^5$
404	$8,06 \cdot 10^3$	2,7734·10	$1,4987 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,2957 \cdot 10^5$
405	$8,08 \cdot 10^3$	2,7737·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1537 \cdot 10^5$
406	$8,10 \cdot 10^3$	2,7739·10	$1,4993 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0708 \cdot 10^5$
407	$8,12 \cdot 10^3$	2,7742·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0363 \cdot 10^5$
408	$8,14 \cdot 10^3$	2,7745·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0455 \cdot 10^5$
409	$8,16 \cdot 10^3$	2,7748·10	$1,5004 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0995 \cdot 10^5$
410	$8,18 \cdot 10^3$	2,7751·10	$1,5007 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,2050 \cdot 10^5$
411	$8,20 \cdot 10^3$	2,7753·10	$1,5010 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3754 \cdot 10^5$
412	$8,22 \cdot 10^3$	2,7756·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6327 \cdot 10^5$
413	$8,24 \cdot 10^3$	2,7759·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,0101 \cdot 10^5$
414	$8,26 \cdot 10^3$	2,7761·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,5526 \cdot 10^5$
415	$8,28 \cdot 10^3$	2,7764·10	$1,5009 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,3122 \cdot 10^5$
416	$8,30 \cdot 10^3$	2,7767·10	$1,5007 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,3266 \cdot 10^5$
417	$8,32 \cdot 10^3$	2,7769·10	$1,5005 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,5732 \cdot 10^5$
418	$8,34 \cdot 10^3$	2,7772·10	$1,5002 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,9047 \cdot 10^5$
419	$8,36 \cdot 10^3$	2,7774·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,0137 \cdot 10^5$
420	$8,38 \cdot 10^3$	2,7777·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,5015 \cdot 10^5$
421	$8,40 \cdot 10^3$	2,7779·10	$1,4994 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,0894 \cdot 10^5$
422	$8,42 \cdot 10^3$	2,7781·10	$1,4990 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,8816 \cdot 10^5$
423	$8,44 \cdot 10^3$	2,7784·10	$1,4987 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,3731 \cdot 10^5$

Продовження табл. 7.10

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$
424	$8,46 \cdot 10^3$	2,7786·10	$1,4983 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,0368 \cdot 10^5$
425	$8,48 \cdot 10^3$	2,7788·10	$1,4981 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,0315 \cdot 10^5$
426	$8,50 \cdot 10^3$	2,7791·10	$1,4979 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,3239 \cdot 10^5$
427	$8,52 \cdot 10^3$	2,7793·10	$1,4920 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,8322 \cdot 10^5$
428	$8,54 \cdot 10^3$	2,7795·10	$1,4743 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,4866 \cdot 10^5$
429	$8,56 \cdot 10^3$	2,7798·10	$1,5177 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3111 \cdot 10^5$
430	$8,58 \cdot 10^3$	2,7800·10	$1,4979 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1483 \cdot 10^5$
431	$8,60 \cdot 10^3$	2,7802·10	$1,4984 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0660 \cdot 10^5$
432	$8,62 \cdot 10^3$	2,7804·10	$1,4990 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0318 \cdot 10^5$
433	$8,64 \cdot 10^3$	2,7806·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0412 \cdot 10^5$
434	$8,66 \cdot 10^3$	2,7808·10	$1,5003 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0953 \cdot 10^5$
435	$8,68 \cdot 10^3$	2,7810·10	$1,5009 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,2006 \cdot 10^5$
436	$8,70 \cdot 10^3$	2,7813·10	$1,5014 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3707 \cdot 10^5$
437	$8,72 \cdot 10^3$	2,7815·10	$1,5018 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6276 \cdot 10^5$
438	$8,74 \cdot 10^3$	2,7817·10	$1,5021 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,0042 \cdot 10^5$
439	$8,76 \cdot 10^3$	2,7819·10	$1,5022 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,5456 \cdot 10^5$
440	$8,78 \cdot 10^3$	2,7821·10	$1,5022 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,3036 \cdot 10^5$
441	$8,80 \cdot 10^3$	2,7823·10	$1,5020 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,3159 \cdot 10^5$
442	$8,82 \cdot 10^3$	2,7824·10	$1,5345 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,6514 \cdot 10^5$
443	$8,84 \cdot 10^3$	2,7826·10	$1,5655 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$7,1244 \cdot 10^5$
444	$8,86 \cdot 10^3$	2,7828·10	$1,5002 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$7,9263 \cdot 10^5$
445	$8,88 \cdot 10^3$	2,7830·10	$1,5004 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,4759 \cdot 10^5$
446	$8,90 \cdot 10^3$	2,7832·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,0666 \cdot 10^5$
447	$8,92 \cdot 10^3$	2,7834·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,8619 \cdot 10^5$
448	$8,94 \cdot 10^3$	2,7836·10	$1,4994 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,3579 \cdot 10^5$
449	$8,96 \cdot 10^3$	2,7837·10	$1,4991 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,0257 \cdot 10^5$
450	$8,98 \cdot 10^3$	2,7839·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,0235 \cdot 10^5$
451	$9,00 \cdot 10^3$	2,7841·10	$1,4988 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,3180 \cdot 10^5$
452	$9,02 \cdot 10^3$	2,7843·10	$1,4984 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,8338 \cdot 10^5$
453	$9,04 \cdot 10^3$	2,7844·10	$1,4894 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,4968 \cdot 10^5$
454	$9,06 \cdot 10^3$	2,7846·10	$1,4817 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,2724 \cdot 10^5$
455	$9,08 \cdot 10^3$	2,7848·10	$1,5022 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1484 \cdot 10^5$
456	$9,10 \cdot 10^3$	2,7849·10	$1,4997 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0638 \cdot 10^5$
457	$9,12 \cdot 10^3$	2,7851·10	$1,5003 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0297 \cdot 10^5$
458	$9,14 \cdot 10^3$	2,7853·10	$1,5008 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0390 \cdot 10^5$
459	$9,16 \cdot 10^3$	2,7854·10	$1,5013 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0929 \cdot 10^5$
460	$9,18 \cdot 10^3$	2,7856·10	$1,5017 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1979 \cdot 10^5$
461	$9,20 \cdot 10^3$	2,7857·10	$1,5270 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3890 \cdot 10^5$
462	$9,22 \cdot 10^3$	2,7859·10	$1,5731 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6970 \cdot 10^5$
463	$9,24 \cdot 10^3$	2,7861·10	$1,5072 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,9970 \cdot 10^5$
464	$9,26 \cdot 10^3$	2,7862·10	$1,5014 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,5377 \cdot 10^5$
465	$9,28 \cdot 10^3$	2,7864·10	$1,5013 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,2932 \cdot 10^5$
466	$9,30 \cdot 10^3$	2,7865·10	$1,5011 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,3024 \cdot 10^5$
467	$9,32 \cdot 10^3$	2,7867·10	$1,5008 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,5428 \cdot 10^5$
468	$9,34 \cdot 10^3$	2,7868·10	$1,5006 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,8678 \cdot 10^5$
469	$9,36 \cdot 10^3$	2,7869·10	$1,5003 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$7,9714 \cdot 10^5$
470	$9,38 \cdot 10^3$	2,7871·10	$1,5001 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,4563 \cdot 10^5$
471	$9,40 \cdot 10^3$	2,7872·10	$1,4998 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,0457 \cdot 10^5$
472	$9,42 \cdot 10^3$	2,7874·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,8441 \cdot 10^5$

### 7.5. Варіанти завдань

Закінчення табл. 7.10

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$
473	$9,44 \cdot 10^3$	2,7875·10	$1,4993 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,3442 \cdot 10^5$
474	$9,46 \cdot 10^3$	2,7876·10	$1,4991 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,0157 \cdot 10^5$
475	$9,48 \cdot 10^3$	2,7878·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,0161 \cdot 10^5$
476	$9,50 \cdot 10^3$	2,7879·10	$1,4988 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,3124 \cdot 10^5$
477	$9,52 \cdot 10^3$	2,7880·10	$1,4987 \cdot 10^2$	$1,1243 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,8296 \cdot 10^5$
478	$9,54 \cdot 10^3$	2,7882·10	$1,4988 \cdot 10^2$	$1,2408 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,5024 \cdot 10^5$
479	$9,56 \cdot 10^3$	2,7883·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$1,3422 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,2839 \cdot 10^5$
480	$9,58 \cdot 10^3$	2,7884·10	$1,4992 \cdot 10^2$	$1,4221 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1432 \cdot 10^5$
481	$9,60 \cdot 10^3$	2,7886·10	$1,4995 \cdot 10^2$	$1,4755 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0613 \cdot 10^5$
482	$9,62 \cdot 10^3$	2,7887·10	$1,4999 \cdot 10^2$	$1,4990 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0271 \cdot 10^5$
483	$9,64 \cdot 10^3$	2,7888·10	$1,5003 \cdot 10^2$	$1,4911 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0364 \cdot 10^5$
484	$9,66 \cdot 10^3$	2,7889·10	$1,5006 \cdot 10^2$	$1,4524 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,0900 \cdot 10^5$
485	$9,68 \cdot 10^3$	2,7890·10	$1,5009 \cdot 10^2$	$1,3852 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,1947 \cdot 10^5$
486	$9,70 \cdot 10^3$	2,7892·10	$1,5012 \cdot 10^2$	$1,2938 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,3638 \cdot 10^5$
487	$9,72 \cdot 10^3$	2,7893·10	$1,5013 \cdot 10^2$	$1,1840 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,6191 \cdot 10^5$
488	$9,74 \cdot 10^3$	2,7894·10	$1,5013 \cdot 10^2$	$1,0626 \cdot 10^6$	6,0000·10	$1,9936 \cdot 10^5$
489	$9,76 \cdot 10^3$	2,7895·10	$1,5012 \cdot 10^2$	$9,3733 \cdot 10^5$	6,0000·10	$2,5321 \cdot 10^5$
490	$9,78 \cdot 10^3$	2,7896·10	$1,5010 \cdot 10^2$	$8,1593 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,2862 \cdot 10^5$
491	$9,80 \cdot 10^3$	2,7897·10	$1,5008 \cdot 10^2$	$7,0610 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,2935 \cdot 10^5$
492	$9,82 \cdot 10^3$	2,7899·10	$1,5006 \cdot 10^2$	$6,1474 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,5318 \cdot 10^5$
493	$9,84 \cdot 10^3$	2,7900·10	$1,5004 \cdot 10^2$	$5,4758 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,8546 \cdot 10^5$
494	$9,86 \cdot 10^3$	2,7901·10	$1,5002 \cdot 10^2$	$5,0885 \cdot 10^5$	6,0000·10	$7,9564 \cdot 10^5$
495	$9,88 \cdot 10^3$	2,7902·10	$1,5000 \cdot 10^2$	$5,0098 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,4405 \cdot 10^5$
496	$9,90 \cdot 10^3$	2,7903·10	$1,4998 \cdot 10^2$	$5,2447 \cdot 10^5$	6,0000·10	$8,0305 \cdot 10^5$
497	$9,92 \cdot 10^3$	2,7904·10	$1,4996 \cdot 10^2$	$5,7783 \cdot 10^5$	6,0000·10	$6,8310 \cdot 10^5$
498	$9,94 \cdot 10^3$	2,7905·10	$1,4993 \cdot 10^2$	$6,5772 \cdot 10^5$	6,0000·10	$5,3342 \cdot 10^5$
499	$9,96 \cdot 10^3$	2,7906·10	$1,4991 \cdot 10^2$	$7,5912 \cdot 10^5$	6,0000·10	$4,0083 \cdot 10^5$
500	$9,98 \cdot 10^3$	2,7907·10	$1,4989 \cdot 10^2$	$8,7565 \cdot 10^5$	6,0000·10	$3,0106 \cdot 10^5$
501	$1,00 \cdot 10^4$	2,7908·10	$1,4988 \cdot 10^2$	$1,0000 \cdot 10^6$	6,0000·10	$2,3082 \cdot 10^5$

Таблиця 7.11. Вихідні вибірки змінної  $x_4$  для нештатного режиму

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
1	0,00	$1,2000 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	0,0000
2	$2,00 \cdot 10$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,1919 \cdot 10^2$
3	$4,00 \cdot 10$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4982 \cdot 10^2$
4	$6,00 \cdot 10$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
5	$8,00 \cdot 10$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
6	$1,00 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
7	$1,20 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
8	$1,40 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
9	$1,60 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
10	$1,80 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
11	$2,00 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
12	$2,20 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
13	$2,40 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
14	$2,60 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$

Продовження табл. 7.11

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
15	$2,80 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
16	$3,00 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
17	$3,20 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
18	$3,40 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
19	$3,60 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
20	$3,80 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
21	$4,00 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
22	$4,20 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
23	$4,40 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
24	$4,60 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
25	$4,80 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
26	$5,00 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
27	$5,20 \cdot 10^2$	$1,2000 \cdot 10^6$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
28	$5,40 \cdot 10^2$	$6,5571 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4993 \cdot 10^2$
29	$5,60 \cdot 10^2$	$5,6498 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
30	$5,80 \cdot 10^2$	$4,9699 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
31	$6,00 \cdot 10^2$	$4,3936 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
32	$6,20 \cdot 10^2$	$3,9011 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
33	$6,40 \cdot 10^2$	$3,4774 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
34	$6,60 \cdot 10^2$	$3,1108 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
35	$6,80 \cdot 10^2$	$2,7917 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
36	$7,00 \cdot 10^2$	$2,5128 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4994 \cdot 10^2$
37	$7,20 \cdot 10^2$	$2,4373 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
38	$7,40 \cdot 10^2$	$2,3719 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
39	$7,60 \cdot 10^2$	$2,3080 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
40	$7,80 \cdot 10^2$	$2,2455 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
41	$8,00 \cdot 10^2$	$2,1845 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
42	$8,20 \cdot 10^2$	$2,1248 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
43	$8,40 \cdot 10^2$	$2,0665 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
44	$8,60 \cdot 10^2$	$2,0096 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
45	$8,80 \cdot 10^2$	$1,9539 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
46	$9,00 \cdot 10^2$	$1,8996 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
47	$9,20 \cdot 10^2$	$1,8465 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
48	$9,40 \cdot 10^2$	$1,7947 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
49	$9,60 \cdot 10^2$	$1,7441 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
50	$9,80 \cdot 10^2$	$1,6947 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
51	$1,00 \cdot 10^3$	$1,6464 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
52	$1,02 \cdot 10^3$	$1,2806 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4979 \cdot 10^2$
53	$1,04 \cdot 10^3$	$1,0253 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4978 \cdot 10^2$
54	$1,06 \cdot 10^3$	$8,4955 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,4910 \cdot 10^2$
55	$1,08 \cdot 10^3$	$7,2840 \cdot 10^4$	$4,9999 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4755 \cdot 10^2$
56	$1,10 \cdot 10^3$	$6,6734 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4983 \cdot 10^2$
57	$1,12 \cdot 10^3$	$6,2767 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
58	$1,14 \cdot 10^3$	$6,1517 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
59	$1,16 \cdot 10^3$	$6,2818 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
60	$1,18 \cdot 10^3$	$6,6819 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5010 \cdot 10^2$
61	$1,20 \cdot 10^3$	$7,3996 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5016 \cdot 10^2$
62	$1,22 \cdot 10^3$	$8,5209 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5020 \cdot 10^2$
63	$1,24 \cdot 10^3$	$1,0176 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5023 \cdot 10^2$

### 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.11

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
64	$1,26 \cdot 10^3$	$1,2706 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5236 \cdot 10^2$
65	$1,28 \cdot 10^3$	$1,6486 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5699 \cdot 10^2$
66	$1,30 \cdot 10^3$	$1,9928 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4978 \cdot 10^2$
67	$1,32 \cdot 10^3$	$2,5193 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5009 \cdot 10^2$
68	$1,34 \cdot 10^3$	$3,0309 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
69	$1,36 \cdot 10^3$	$3,3918 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
70	$1,38 \cdot 10^3$	$3,4343 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
71	$1,40 \cdot 10^3$	$3,1009 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
72	$1,42 \cdot 10^3$	$2,5216 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4982 \cdot 10^2$
73	$1,44 \cdot 10^3$	$1,9100 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4975 \cdot 10^2$
74	$1,46 \cdot 10^3$	$1,3916 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4849 \cdot 10^2$
75	$1,48 \cdot 10^3$	$9,7757 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4185 \cdot 10^2$
76	$1,50 \cdot 10^3$	$7,6677 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4954 \cdot 10^2$
77	$1,52 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4976 \cdot 10^2$
78	$1,54 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4992 \cdot 10^2$
79	$1,56 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4992 \cdot 10^2$
80	$1,58 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4992 \cdot 10^2$
81	$1,60 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4972 \cdot 10^2$
82	$1,62 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4922 \cdot 10^2$
83	$1,64 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4875 \cdot 10^2$
84	$1,66 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4832 \cdot 10^2$
85	$1,68 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4795 \cdot 10^2$
86	$1,70 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4766 \cdot 10^2$
87	$1,72 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5047 \cdot 10^2$
88	$1,74 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
89	$1,76 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
90	$1,78 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
91	$1,80 \cdot 10^3$	$9,2687 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5585 \cdot 10^2$
92	$1,82 \cdot 10^3$	$9,9743 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,3779 \cdot 10^2$
93	$1,84 \cdot 10^3$	$1,3486 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5025 \cdot 10^2$
94	$1,86 \cdot 10^3$	$1,4976 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5014 \cdot 10^2$
95	$1,88 \cdot 10^3$	$1,4953 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
96	$1,90 \cdot 10^3$	$1,3281 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
97	$1,92 \cdot 10^3$	$1,0652 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4972 \cdot 10^2$
98	$1,94 \cdot 10^3$	$7,9864 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4958 \cdot 10^2$
99	$1,96 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
100	$1,98 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5007 \cdot 10^2$
101	$2,00 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5007 \cdot 10^2$
102	$2,02 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5007 \cdot 10^2$
103	$2,04 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5006 \cdot 10^2$
104	$2,06 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5006 \cdot 10^2$
105	$2,08 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5006 \cdot 10^2$
106	$2,10 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
107	$2,12 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
108	$2,14 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
109	$2,16 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5004 \cdot 10^2$
110	$2,18 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5004 \cdot 10^2$
111	$2,20 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5004 \cdot 10^2$
112	$2,22 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5004 \cdot 10^2$



Продовження табл. 7.11

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
113	$2,24 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
114	$2,26 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
115	$2,28 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
116	$2,30 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
117	$2,32 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
118	$2,34 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
119	$2,36 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
120	$2,38 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
121	$2,40 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
122	$2,42 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
123	$2,44 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
124	$2,46 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
125	$2,48 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
126	$2,50 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
127	$2,52 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
128	$2,54 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
129	$2,56 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
130	$2,58 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
131	$2,60 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
132	$2,62 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
133	$2,64 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
134	$2,66 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
135	$2,68 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
136	$2,70 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
137	$2,72 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
138	$2,74 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
139	$2,76 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
140	$2,78 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
141	$2,80 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
142	$2,82 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
143	$2,84 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
144	$2,86 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
145	$2,88 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
146	$2,90 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
147	$2,92 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
148	$2,94 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
149	$2,96 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
150	$2,98 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
151	$3,00 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
152	$3,02 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
153	$3,04 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
154	$3,06 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
155	$3,08 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
156	$3,10 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
157	$3,12 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
158	$3,14 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
159	$3,16 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
160	$3,18 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
161	$3,20 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.11

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
162	$3,22 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
163	$3,24 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
164	$3,26 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
165	$3,28 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
166	$3,30 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
167	$3,32 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
168	$3,34 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
169	$3,36 \cdot 10^3$	$8,2286 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5309 \cdot 10^2$
170	$3,38 \cdot 10^3$	$9,2908 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5635 \cdot 10^2$
171	$3,40 \cdot 10^3$	$8,3678 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4260 \cdot 10^2$
172	$3,42 \cdot 10^3$	$7,6242 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4982 \cdot 10^2$
173	$3,44 \cdot 10^3$	$6,1636 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4816 \cdot 10^2$
174	$3,46 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4796 \cdot 10^2$
175	$3,48 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5004 \cdot 10^2$
176	$3,50 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
177	$3,52 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
178	$3,54 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
179	$3,56 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
180	$3,58 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
181	$3,60 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
182	$3,62 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
183	$3,64 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
184	$3,66 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
185	$3,68 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
186	$3,70 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
187	$3,72 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
188	$3,74 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
189	$3,76 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
190	$3,78 \cdot 10^3$	$8,5792 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5390 \cdot 10^2$
191	$3,80 \cdot 10^3$	$1,2391 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,6255 \cdot 10^2$
192	$3,82 \cdot 10^3$	$1,5500 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4886 \cdot 10^2$
193	$3,84 \cdot 10^3$	$2,0066 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5012 \cdot 10^2$
194	$3,86 \cdot 10^3$	$2,3952 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5006 \cdot 10^2$
195	$3,88 \cdot 10^3$	$2,5685 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
196	$3,90 \cdot 10^3$	$2,4431 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
197	$3,92 \cdot 10^3$	$2,0871 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
198	$3,94 \cdot 10^3$	$1,6591 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4984 \cdot 10^2$
199	$3,96 \cdot 10^3$	$1,2779 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4979 \cdot 10^2$
200	$3,98 \cdot 10^3$	$9,8393 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4975 \cdot 10^2$
201	$4,00 \cdot 10^3$	$7,7250 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4973 \cdot 10^2$
202	$4,02 \cdot 10^3$	$6,1762 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4781 \cdot 10^2$
203	$4,04 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4754 \cdot 10^2$
204	$4,06 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
205	$4,08 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
206	$4,10 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
207	$4,12 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
208	$4,14 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
209	$4,16 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
210	$4,18 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
211	$4,20 \cdot 10^3$	$6,0000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
212	$4,22 \cdot 10^3$	$6,4788 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5044 \cdot 10^2$
213	$4,24 \cdot 10^3$	$8,9831 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5290 \cdot 10^2$
214	$4,26 \cdot 10^3$	$1,2234 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,6003 \cdot 10^2$
215	$4,28 \cdot 10^3$	$1,5376 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5079 \cdot 10^2$
216	$4,30 \cdot 10^3$	$2,0653 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5014 \cdot 10^2$
217	$4,32 \cdot 10^3$	$2,7378 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
218	$4,34 \cdot 10^3$	$3,4769 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5007 \cdot 10^2$
219	$4,36 \cdot 10^3$	$4,1015 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
220	$4,38 \cdot 10^3$	$4,3734 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
221	$4,40 \cdot 10^3$	$4,1502 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
222	$4,42 \cdot 10^3$	$3,5300 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
223	$4,44 \cdot 10^3$	$2,7829 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
224	$4,46 \cdot 10^3$	$2,1222 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4984 \cdot 10^2$
225	$4,48 \cdot 10^3$	$1,6178 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4981 \cdot 10^2$
226	$4,50 \cdot 10^3$	$1,2580 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4979 \cdot 10^2$
227	$4,52 \cdot 10^3$	$1,0091 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4978 \cdot 10^2$
228	$4,54 \cdot 10^3$	$8,3618 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4909 \cdot 10^2$
229	$4,56 \cdot 10^3$	$7,1677 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4753 \cdot 10^2$
230	$4,58 \cdot 10^3$	$6,7000 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5253 \cdot 10^2$
231	$4,60 \cdot 10^3$	$6,1834 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
232	$4,62 \cdot 10^3$	$6,0695 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
233	$4,64 \cdot 10^3$	$6,2116 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5004 \cdot 10^2$
234	$4,66 \cdot 10^3$	$6,6273 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
235	$4,68 \cdot 10^3$	$7,3697 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5017 \cdot 10^2$
236	$4,70 \cdot 10^3$	$8,5374 \cdot 10^4$	0,0000	1,0000	$1,5021 \cdot 10^2$
237	$4,72 \cdot 10^3$	$1,0290 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5024 \cdot 10^2$
238	$4,74 \cdot 10^3$	$1,3153 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5376 \cdot 10^2$
239	$4,76 \cdot 10^3$	$1,7516 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5879 \cdot 10^2$
240	$4,78 \cdot 10^3$	$2,1929 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5043 \cdot 10^2$
241	$4,80 \cdot 10^3$	$2,9198 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
242	$4,82 \cdot 10^3$	$3,8304 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5008 \cdot 10^2$
243	$4,84 \cdot 10^3$	$4,8214 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5004 \cdot 10^2$
244	$4,86 \cdot 10^3$	$5,6571 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
245	$4,88 \cdot 10^3$	$6,0280 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
246	$4,90 \cdot 10^3$	$5,7331 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4993 \cdot 10^2$
247	$4,92 \cdot 10^3$	$4,8791 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
248	$4,94 \cdot 10^3$	$3,8331 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4984 \cdot 10^2$
249	$4,96 \cdot 10^3$	$2,9072 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4981 \cdot 10^2$
250	$4,98 \cdot 10^3$	$2,2042 \cdot 10^5$	0,0000	1,0000	$1,4978 \cdot 10^2$
251	$5,00 \cdot 10^3$	$1,6986 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4910 \cdot 10^2$
252	$5,02 \cdot 10^3$	$1,3376 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4707 \cdot 10^2$
253	$5,04 \cdot 10^3$	$1,1339 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5050 \cdot 10^2$
254	$5,06 \cdot 10^3$	$9,7212 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,4973 \cdot 10^2$
255	$5,08 \cdot 10^3$	$8,7365 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,4978 \cdot 10^2$
256	$5,10 \cdot 10^3$	$8,1862 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,4984 \cdot 10^2$
257	$5,12 \cdot 10^3$	$7,9980 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
258	$5,14 \cdot 10^3$	$8,1473 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
259	$5,16 \cdot 10^3$	$8,6521 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,5006 \cdot 10^2$

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.11

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
260	$5,18 \cdot 10^3$	$9,5764 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,5012 \cdot 10^2$
261	$5,20 \cdot 10^3$	$1,1041 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5018 \cdot 10^2$
262	$5,22 \cdot 10^3$	$1,3242 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5022 \cdot 10^2$
263	$5,24 \cdot 10^3$	$1,6477 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5025 \cdot 10^2$
264	$5,26 \cdot 10^3$	$2,1156 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5026 \cdot 10^2$
265	$5,28 \cdot 10^3$	$2,7768 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5025 \cdot 10^2$
266	$5,30 \cdot 10^3$	$3,6700 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5023 \cdot 10^2$
267	$5,32 \cdot 10^3$	$4,8135 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5180 \cdot 10^2$
268	$5,34 \cdot 10^3$	$6,1441 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5524 \cdot 10^2$
269	$5,36 \cdot 10^3$	$6,6240 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4744 \cdot 10^2$
270	$5,38 \cdot 10^3$	$7,4513 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
271	$5,40 \cdot 10^3$	$7,1180 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
272	$5,42 \cdot 10^3$	$6,0712 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
273	$5,44 \cdot 10^3$	$4,7624 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4993 \cdot 10^2$
274	$5,46 \cdot 10^3$	$3,5993 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4990 \cdot 10^2$
275	$5,48 \cdot 10^3$	$2,7194 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
276	$5,50 \cdot 10^3$	$2,0972 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
277	$5,52 \cdot 10^3$	$1,6628 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4927 \cdot 10^2$
278	$5,54 \cdot 10^3$	$1,3650 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4834 \cdot 10^2$
279	$5,56 \cdot 10^3$	$1,2572 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5608 \cdot 10^2$
280	$5,58 \cdot 10^3$	$1,0623 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4993 \cdot 10^2$
281	$5,60 \cdot 10^3$	$9,9247 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
282	$5,62 \cdot 10^3$	$9,6677 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
283	$5,64 \cdot 10^3$	$9,8184 \cdot 10^4$	0,0000	0,0000	$1,5009 \cdot 10^2$
284	$5,66 \cdot 10^3$	$1,0394 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5014 \cdot 10^2$
285	$5,68 \cdot 10^3$	$1,1468 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5019 \cdot 10^2$
286	$5,70 \cdot 10^3$	$1,3313 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5187 \cdot 10^2$
287	$5,72 \cdot 10^3$	$1,6403 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5674 \cdot 10^2$
288	$5,74 \cdot 10^3$	$1,9351 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5110 \cdot 10^2$
289	$5,76 \cdot 10^3$	$2,4959 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5014 \cdot 10^2$
290	$5,78 \cdot 10^3$	$3,2613 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5013 \cdot 10^2$
291	$5,80 \cdot 10^3$	$4,2898 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
292	$5,82 \cdot 10^3$	$5,5629 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5008 \cdot 10^2$
293	$5,84 \cdot 10^3$	$6,9356 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5006 \cdot 10^2$
294	$5,86 \cdot 10^3$	$8,0981 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
295	$5,88 \cdot 10^3$	$8,6409 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
296	$5,90 \cdot 10^3$	$8,2689 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
297	$5,92 \cdot 10^3$	$7,0707 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
298	$5,94 \cdot 10^3$	$5,5435 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4993 \cdot 10^2$
299	$5,96 \cdot 10^3$	$4,1793 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
300	$5,98 \cdot 10^3$	$3,1495 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
301	$6,00 \cdot 10^3$	$2,4235 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
302	$6,02 \cdot 10^3$	$1,9006 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
303	$6,04 \cdot 10^3$	$1,5602 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
304	$6,06 \cdot 10^3$	$1,3329 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4990 \cdot 10^2$
305	$6,08 \cdot 10^3$	$1,1866 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4992 \cdot 10^2$
306	$6,10 \cdot 10^3$	$1,1012 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
307	$6,12 \cdot 10^3$	$1,0655 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
308	$6,14 \cdot 10^3$	$1,0747 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$

**Розділ 7. Гарантоване функціонування складних технічних систем за умов багатofакторних ризиків**

*Продовження табл. 7.11*

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
309	$6,16 \cdot 10^3$	$1,1299 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5006 \cdot 10^2$
310	$6,18 \cdot 10^3$	$1,2380 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5009 \cdot 10^2$
311	$6,20 \cdot 10^3$	$1,4127 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
312	$6,22 \cdot 10^3$	$1,6765 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5012 \cdot 10^2$
313	$6,24 \cdot 10^3$	$2,0632 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5012 \cdot 10^2$
314	$6,26 \cdot 10^3$	$2,6189 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
315	$6,28 \cdot 10^3$	$3,3965 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5010 \cdot 10^2$
316	$6,30 \cdot 10^3$	$4,4343 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5008 \cdot 10^2$
317	$6,32 \cdot 10^3$	$5,7087 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5006 \cdot 10^2$
318	$6,34 \cdot 10^3$	$7,0695 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5004 \cdot 10^2$
319	$6,36 \cdot 10^3$	$8,2041 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
320	$6,38 \cdot 10^3$	$8,7065 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
321	$6,40 \cdot 10^3$	$8,2904 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
322	$6,42 \cdot 10^3$	$7,0573 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
323	$6,44 \cdot 10^3$	$5,5111 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4993 \cdot 10^2$
324	$6,46 \cdot 10^3$	$4,1395 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
325	$6,48 \cdot 10^3$	$3,1078 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
326	$6,50 \cdot 10^3$	$2,3819 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
327	$6,52 \cdot 10^3$	$1,8841 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
328	$6,54 \cdot 10^3$	$1,5467 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
329	$6,56 \cdot 10^3$	$1,3214 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
330	$6,58 \cdot 10^3$	$1,1763 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4992 \cdot 10^2$
331	$6,60 \cdot 10^3$	$1,0917 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
332	$6,62 \cdot 10^3$	$1,0562 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
333	$6,64 \cdot 10^3$	$1,0654 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
334	$6,66 \cdot 10^3$	$1,1202 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
335	$6,68 \cdot 10^3$	$1,2274 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5008 \cdot 10^2$
336	$6,70 \cdot 10^3$	$1,4007 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5010 \cdot 10^2$
337	$6,72 \cdot 10^3$	$1,6623 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
338	$6,74 \cdot 10^3$	$2,0459 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
339	$6,76 \cdot 10^3$	$2,5972 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
340	$6,78 \cdot 10^3$	$3,3688 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5009 \cdot 10^2$
341	$6,80 \cdot 10^3$	$4,3988 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5007 \cdot 10^2$
342	$6,82 \cdot 10^3$	$5,6639 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
343	$6,84 \cdot 10^3$	$7,0149 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
344	$6,86 \cdot 10^3$	$8,1410 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
345	$6,88 \cdot 10^3$	$8,6385 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
346	$6,90 \cdot 10^3$	$8,2238 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
347	$6,92 \cdot 10^3$	$6,9992 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
348	$6,94 \cdot 10^3$	$5,4655 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4993 \cdot 10^2$
349	$6,96 \cdot 10^3$	$4,1057 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
350	$6,98 \cdot 10^3$	$3,0827 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
351	$7,00 \cdot 10^3$	$2,3628 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
352	$7,02 \cdot 10^3$	$1,8691 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
353	$7,04 \cdot 10^3$	$1,5344 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
354	$7,06 \cdot 10^3$	$1,3110 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
355	$7,08 \cdot 10^3$	$1,1671 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
356	$7,10 \cdot 10^3$	$1,0832 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
357	$7,12 \cdot 10^3$	$1,0481 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.11

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
358	$7,14 \cdot 10^3$	$1,0573 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
359	$7,16 \cdot 10^3$	$1,1117 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
360	$7,18 \cdot 10^3$	$1,2182 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5008 \cdot 10^2$
361	$7,20 \cdot 10^3$	$1,3903 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5010 \cdot 10^2$
362	$7,22 \cdot 10^3$	$1,6501 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
363	$7,24 \cdot 10^3$	$2,0311 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
364	$7,26 \cdot 10^3$	$2,5788 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5010 \cdot 10^2$
365	$7,28 \cdot 10^3$	$3,3454 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5009 \cdot 10^2$
366	$7,30 \cdot 10^3$	$4,3689 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5007 \cdot 10^2$
367	$7,32 \cdot 10^3$	$5,6263 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
368	$7,34 \cdot 10^3$	$6,9693 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
369	$7,36 \cdot 10^3$	$8,0884 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
370	$7,38 \cdot 10^3$	$8,5819 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
371	$7,40 \cdot 10^3$	$8,1685 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
372	$7,42 \cdot 10^3$	$6,9510 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
373	$7,44 \cdot 10^3$	$5,4278 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4993 \cdot 10^2$
374	$7,46 \cdot 10^3$	$4,0777 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
375	$7,48 \cdot 10^3$	$3,0619 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
376	$7,50 \cdot 10^3$	$2,3471 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
377	$7,52 \cdot 10^3$	$1,8567 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
378	$7,54 \cdot 10^3$	$1,5244 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
379	$7,56 \cdot 10^3$	$1,3025 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
380	$7,58 \cdot 10^3$	$1,1596 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
381	$7,60 \cdot 10^3$	$1,0763 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4994 \cdot 10^2$
382	$7,62 \cdot 10^3$	$1,0415 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
383	$7,64 \cdot 10^3$	$1,0507 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
384	$7,66 \cdot 10^3$	$1,1049 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
385	$7,68 \cdot 10^3$	$1,2108 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5008 \cdot 10^2$
386	$7,70 \cdot 10^3$	$1,3819 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5010 \cdot 10^2$
387	$7,72 \cdot 10^3$	$1,6403 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
388	$7,74 \cdot 10^3$	$2,0193 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
389	$7,76 \cdot 10^3$	$2,5641 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
390	$7,78 \cdot 10^3$	$3,3267 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5009 \cdot 10^2$
391	$7,80 \cdot 10^3$	$4,3451 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5007 \cdot 10^2$
392	$7,82 \cdot 10^3$	$5,5965 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
393	$7,84 \cdot 10^3$	$6,9330 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
394	$7,86 \cdot 10^3$	$8,0466 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
395	$7,88 \cdot 10^3$	$8,5370 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
396	$7,90 \cdot 10^3$	$8,1245 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
397	$7,92 \cdot 10^3$	$6,9126 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4994 \cdot 10^2$
398	$7,94 \cdot 10^3$	$5,3977 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4992 \cdot 10^2$
399	$7,96 \cdot 10^3$	$4,0553 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
400	$7,98 \cdot 10^3$	$3,0453 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
401	$8,00 \cdot 10^3$	$2,3345 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4986 \cdot 10^2$
402	$8,02 \cdot 10^3$	$1,8469 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4985 \cdot 10^2$
403	$8,04 \cdot 10^3$	$1,5164 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4985 \cdot 10^2$
404	$8,06 \cdot 10^3$	$1,2957 \cdot 10^5$	0,0000	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
405	$8,08 \cdot 10^3$	$1,1537 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
406	$8,10 \cdot 10^3$	$1,0708 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4993 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
407	$8,12 \cdot 10^3$	$1,0363 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
408	$8,14 \cdot 10^3$	$1,0455 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
409	$8,16 \cdot 10^3$	$1,0995 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5004 \cdot 10^2$
410	$8,18 \cdot 10^3$	$1,2050 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5007 \cdot 10^2$
411	$8,20 \cdot 10^3$	$1,3754 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5010 \cdot 10^2$
412	$8,22 \cdot 10^3$	$1,6327 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
413	$8,24 \cdot 10^3$	$2,0101 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
414	$8,26 \cdot 10^3$	$2,5526 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
415	$8,28 \cdot 10^3$	$3,3122 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5009 \cdot 10^2$
416	$8,30 \cdot 10^3$	$4,3266 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5007 \cdot 10^2$
417	$8,32 \cdot 10^3$	$5,5732 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5005 \cdot 10^2$
418	$8,34 \cdot 10^3$	$6,9047 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
419	$8,36 \cdot 10^3$	$8,0137 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
420	$8,38 \cdot 10^3$	$8,5015 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
421	$8,40 \cdot 10^3$	$8,0894 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4994 \cdot 10^2$
422	$8,42 \cdot 10^3$	$6,8816 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4990 \cdot 10^2$
423	$8,44 \cdot 10^3$	$5,3731 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
424	$8,46 \cdot 10^3$	$4,0368 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4983 \cdot 10^2$
425	$8,48 \cdot 10^3$	$3,0315 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4981 \cdot 10^2$
426	$8,50 \cdot 10^3$	$2,3239 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4979 \cdot 10^2$
427	$8,52 \cdot 10^3$	$1,8322 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4920 \cdot 10^2$
428	$8,54 \cdot 10^3$	$1,4866 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4743 \cdot 10^2$
429	$8,56 \cdot 10^3$	$1,3111 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5177 \cdot 10^2$
430	$8,58 \cdot 10^3$	$1,1483 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4979 \cdot 10^2$
431	$8,60 \cdot 10^3$	$1,0660 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4984 \cdot 10^2$
432	$8,62 \cdot 10^3$	$1,0318 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4990 \cdot 10^2$
433	$8,64 \cdot 10^3$	$1,0412 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
434	$8,66 \cdot 10^3$	$1,0953 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
435	$8,68 \cdot 10^3$	$1,2006 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5009 \cdot 10^2$
436	$8,70 \cdot 10^3$	$1,3707 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5014 \cdot 10^2$
437	$8,72 \cdot 10^3$	$1,6276 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5018 \cdot 10^2$
438	$8,74 \cdot 10^3$	$2,0042 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5021 \cdot 10^2$
439	$8,76 \cdot 10^3$	$2,5456 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5022 \cdot 10^2$
440	$8,78 \cdot 10^3$	$3,3036 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5022 \cdot 10^2$
441	$8,80 \cdot 10^3$	$4,3159 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5020 \cdot 10^2$
442	$8,82 \cdot 10^3$	$5,6514 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5345 \cdot 10^2$
443	$8,84 \cdot 10^3$	$7,1244 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5655 \cdot 10^2$
444	$8,86 \cdot 10^3$	$7,9263 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
445	$8,88 \cdot 10^3$	$8,4759 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5004 \cdot 10^2$
446	$8,90 \cdot 10^3$	$8,0666 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
447	$8,92 \cdot 10^3$	$6,8619 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
448	$8,94 \cdot 10^3$	$5,3579 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4994 \cdot 10^2$
449	$8,96 \cdot 10^3$	$4,0257 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
450	$8,98 \cdot 10^3$	$3,0235 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
451	$9,00 \cdot 10^3$	$2,3180 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
452	$9,02 \cdot 10^3$	$1,8338 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4984 \cdot 10^2$
453	$9,04 \cdot 10^3$	$1,4968 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4894 \cdot 10^2$
454	$9,06 \cdot 10^3$	$1,2724 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4817 \cdot 10^2$
455	$9,08 \cdot 10^3$	$1,1484 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5022 \cdot 10^2$

7.5. Варіанти завдань

Закінчення табл. 7.11

№	$t$	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$
456	$9,10 \cdot 10^3$	$1,0638 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4997 \cdot 10^2$
457	$9,12 \cdot 10^3$	$1,0297 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
458	$9,14 \cdot 10^3$	$1,0390 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5008 \cdot 10^2$
459	$9,16 \cdot 10^3$	$1,0929 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5013 \cdot 10^2$
460	$9,18 \cdot 10^3$	$1,1979 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5017 \cdot 10^2$
461	$9,20 \cdot 10^3$	$1,3890 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5270 \cdot 10^2$
462	$9,22 \cdot 10^3$	$1,6970 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5731 \cdot 10^2$
463	$9,24 \cdot 10^3$	$1,9970 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5072 \cdot 10^2$
464	$9,26 \cdot 10^3$	$2,5377 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5014 \cdot 10^2$
465	$9,28 \cdot 10^3$	$3,2932 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5013 \cdot 10^2$
466	$9,30 \cdot 10^3$	$4,3024 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5011 \cdot 10^2$
467	$9,32 \cdot 10^3$	$5,5428 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5008 \cdot 10^2$
468	$9,34 \cdot 10^3$	$6,8678 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5006 \cdot 10^2$
469	$9,36 \cdot 10^3$	$7,9714 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
470	$9,38 \cdot 10^3$	$8,4563 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5001 \cdot 10^2$
471	$9,40 \cdot 10^3$	$8,0457 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
472	$9,42 \cdot 10^3$	$6,8441 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
473	$9,44 \cdot 10^3$	$5,3442 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4993 \cdot 10^2$
474	$9,46 \cdot 10^3$	$4,0157 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
475	$9,48 \cdot 10^3$	$3,0161 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
476	$9,50 \cdot 10^3$	$2,3124 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
477	$9,52 \cdot 10^3$	$1,8296 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4987 \cdot 10^2$
478	$9,54 \cdot 10^3$	$1,5024 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$
479	$9,56 \cdot 10^3$	$1,2839 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
480	$9,58 \cdot 10^3$	$1,1432 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4992 \cdot 10^2$
481	$9,60 \cdot 10^3$	$1,0613 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4995 \cdot 10^2$
482	$9,62 \cdot 10^3$	$1,0271 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4999 \cdot 10^2$
483	$9,64 \cdot 10^3$	$1,0364 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5003 \cdot 10^2$
484	$9,66 \cdot 10^3$	$1,0900 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5006 \cdot 10^2$
485	$9,68 \cdot 10^3$	$1,1947 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5009 \cdot 10^2$
486	$9,70 \cdot 10^3$	$1,3638 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5012 \cdot 10^2$
487	$9,72 \cdot 10^3$	$1,6191 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5013 \cdot 10^2$
488	$9,74 \cdot 10^3$	$1,9936 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5013 \cdot 10^2$
489	$9,76 \cdot 10^3$	$2,5321 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5012 \cdot 10^2$
490	$9,78 \cdot 10^3$	$3,2862 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5010 \cdot 10^2$
491	$9,80 \cdot 10^3$	$4,2935 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5008 \cdot 10^2$
492	$9,82 \cdot 10^3$	$5,5318 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5006 \cdot 10^2$
493	$9,84 \cdot 10^3$	$6,8546 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5004 \cdot 10^2$
494	$9,86 \cdot 10^3$	$7,9564 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5002 \cdot 10^2$
495	$9,88 \cdot 10^3$	$8,4405 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,5000 \cdot 10^2$
496	$9,90 \cdot 10^3$	$8,0305 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4998 \cdot 10^2$
497	$9,92 \cdot 10^3$	$6,8310 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4996 \cdot 10^2$
498	$9,94 \cdot 10^3$	$5,3342 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4993 \cdot 10^2$
499	$9,96 \cdot 10^3$	$4,0083 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4991 \cdot 10^2$
500	$9,98 \cdot 10^3$	$3,0106 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4989 \cdot 10^2$
501	$1,00 \cdot 10^4$	$2,3082 \cdot 10^5$	$5,0000 \cdot 10^{-2}$	0,0000	$1,4988 \cdot 10^2$



### 7.5.2. Гарантоване функціонування реанімобіля з пацієнтом

*Змістовна постановка задачі та опис роботи реанімобіля з пацієнтом в салоні.* Розглянемо роботу реанімобіля, який рухається в робочому режимі, тобто з пацієнтом у салоні. Реанімобіль повинен подолати відстань 70 км з певним графіком швидкості, який формується дорожньою ситуацією. Життя пацієнта забезпечується медичним обладнанням, яке споживає енергію від бортової електромережі реанімобіля. Поставлено завдання — забезпечення електричною енергією медичного обладнання, яке знаходиться в салоні реанімобіля. Оскільки рух здійснюється в темний час доби, необхідно додатково забезпечувати внутрішнє і зовнішнє освітлення.

Функціональну схему реанімобіля наведено на рис. 7.11, основне обладнання якого включає наступне:

- ДВЗ1 — головний двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), який приводить автомобіль в рух і обертає головний генератор Г1;
- Г1 — головний генератор потужністю 1,1 кВт, котрий генерує електроенергію, коли кутова швидкість обертання колінчатого валу вище 220 рад/с (коли швидкість перевищує 220 рад/с, генератор вмикається, коли знижується менше 210 рад/с — вимикається);
- КПП — коробка перемикання передач (передавальні числа: 1 — 4,05; 2 — 2,34; 3 — 1,39; 4 — 1; 5 — 0,85, головна передача — 5,125);
- ДВЗ2 та Г2 — допоміжний ДВЗ з генератором потужністю 1,1 кВт, котрий використовується в аварійних ситуаціях для забезпечення електроживлення (резервний ДВЗ2 споживає палива 0,5 л/год);
- АБ — акумуляторна батарея, яка забезпечує живлення обладнання в моменти часу, коли генератори не виробляють електроенергію;
- УР — пристрій розподілу електроенергії, який забезпечує заряд батареї, живлення споживачів або від одного з генераторів, або від акумуляторної батареї, або в комбінованому режимі.

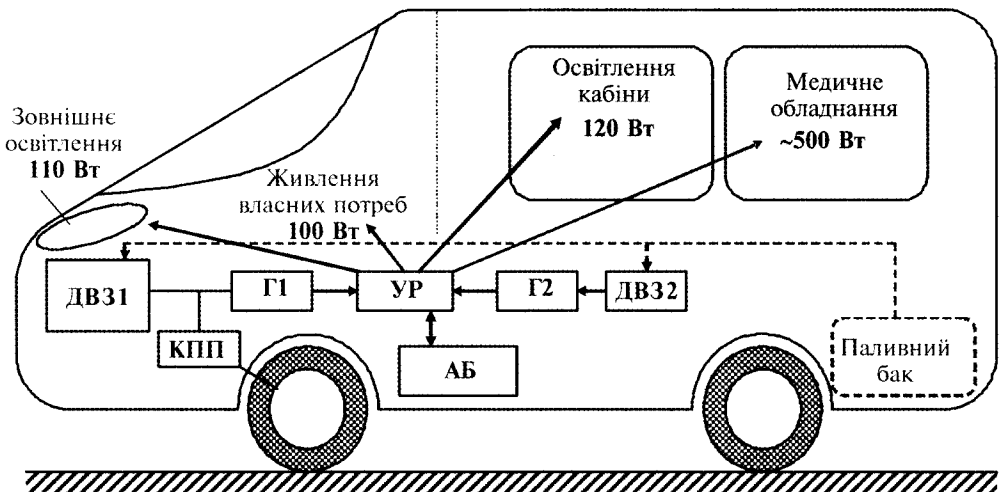


Рис. 7.11. Функціональна схема реанімобіля

Напруга в бортовій мережі залежить від роботи генераторів і рівня заряду акумуляторної батареї. В штатному режимі живлення всього обладнання здійснюється від головного генератора і АБ.

Основні споживачі, які розглядаються при моделюванні:

- медичне обладнання, яке споживає приблизно 500 Вт;
- освітлення основної кабіни — 120 Вт;
- зовнішнє освітлення (фари) — 110 Вт;
- власні потреби автомобіля — 100 Вт.

Зарядний струм акумулятора обмежений на рівні, який відповідає потужності, що відбирається від генератора, і дорівнює 200 Вт.

Параметри кінематики приблизно відповідають машинам швидкої допомоги на основі автомобілів ГАЗ. Залежно від швидкості руху змінюється передавальне число коробки передач, отже, змінюється частота обертання колінчатого вала головного двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ1).

На початку шляху в баку знаходиться 47 літрів палива. Живлення ДВЗ1 і ДВЗ2 здійснюється від одного й того самого бака.

За штатної ситуації реанімобіль благополучно довозить пацієнта за час 11700 секунд (3 години 15 хвилин). При цьому напруга на батареї не знижується менш ніж 11,85 В. У кінці шляху в баку залишається 4,1 літра палива. Перехід у нештатний режим відбувається через збій у роботі зарядного пристрою, а саме датчика напруги АБ. Передбачається, що датчик видає неправдиву інформацію про те, що батарея повністю заряджена. Оскільки підзаряд АБ не здійснюється, то з часом батарея розряджається, а отже, напруга в бортовій мережі на інтервалах відключень генератора (при перемиканні передач, роботі ДВЗ1 на холостому ході) також буде знижуватися. Внаслідок глибокого розряду настає режим, коли напруги на виході АБ вже недостатньо для підтримки працездатності медичного обладнання, що і є аварійною ситуацією.

Критичні змінні:

1. Напруга бортової мережі (залежить від параметрів АБ, стану генераторів, струму навантаження). Може виникнути аварійна ситуація, якщо напруга бортової мережі зменшиться нижче рівня відключення медобладнання.

2. Рівень палива. Залежить від потужності, відібраної в головного ДВЗ (прийнято пропорційним швидкості обертання). Зниження рівня нижче певної позначки може призводити до нештатної (коли є можливість виклику іншої машини або дозаправки, при живленні обладнання від АБ) або аварійної ситуації (коли йдеться вже про тривалу зупинку автомобіля без електроживлення).

3. Напруга АБ (залежить від стану генераторів, сумарного споживання електроенергії).

Критичними функціями, що потребують відновлення за дискретно заданими вибірками, є наступні:

1.  $Y_1$  — напруга (Вт) бортової мережі.
2.  $Y_2$  — кількість (л) палива у баку.
3.  $Y_3$  — напруга (Вт) акумуляторної батареї.

Час моделювання — 13 130 секунд. Вибірка відбувається кожну 10 секунд, розглядається 1313 вибірок. Змістовне значення аргументів  $x_1, x_2, x_3$  та компонент функцій  $Y_1, Y_2, Y_3$  наведено в табл. 7.12. Усі змінні отримано при

**Розділ 7. Гарантоване функціонування складних технічних систем за умов багатofакторних ризиків**

*Таблиця 7.12. Змінні  $x_1, x_2, x_3$  та їх компоненти, які контролюються в процесі функціонування реанімобіля*

Аргументи		Опис
$x_1$	$x_{11}$	Вимірюється напруга АБ
	$x_{12}$	Швидкість обертання колінчатого вала
	$x_{13}$	Потужність, яку забезпечує допоміжний генератор
	$x_{14}$	Сумарна споживана потужність
$x_2$	$x_{21}$	Швидкість обертання колінчатого вала
	$x_{22}$	Потужність, яку забезпечує допоміжний генератор
$x_3$	$x_{31}$	Швидкість обертання колінчатого вала
	$x_{32}$	Потужність, яку забезпечує допоміжний генератор
	$x_{33}$	Сумарна споживана потужність

моделюванні аварійної ситуації. Значення функцій  $Y_1, Y_2, Y_3$  та значення їх аргументів  $x_1, x_2, x_3$  наведено, відповідно, у вигляді дискретних вибірок у табл. 7.13—7.16. У кожній таблиці у першому стовпчику задано номер вибірки, у другому — час  $t$  з кроком 10 с.

*Таблиця 7.13. Значення функцій  $Y_1, Y_2, Y_3$  у вигляді дискретних вибірок*

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1	0,00	1,2700·10	4,7000·10	1,2200·10
2	1,00·10	1,2199·10	4,6984·10	1,2200·10
3	2,00·10	1,2199·10	4,6973·10	1,2200·10
4	3,00·10	1,2199·10	4,6961·10	1,2200·10
5	4,00·10	1,2199·10	4,6950·10	1,2200·10
6	5,00·10	1,2199·10	4,6938·10	1,2200·10
7	6,00·10	1,2199·10	4,6926·10	1,2200·10
8	7,00·10	1,2199·10	4,6915·10	1,2200·10
9	8,00·10	1,2199·10	4,6903·10	1,2200·10
10	9,00·10	1,2199·10	4,6892·10	1,2200·10
11	1,00·10 <sup>2</sup>	1,2199·10	4,6877·10	1,2200·10
12	1,10·10 <sup>2</sup>	1,2199·10	4,6848·10	1,2200·10
13	1,20·10 <sup>2</sup>	1,2199·10	4,6816·10	1,2200·10
14	1,30·10 <sup>2</sup>	1,2525·10	4,6773·10	1,2200·10
15	1,40·10 <sup>2</sup>	1,2498·10	4,6724·10	1,2200·10
16	1,50·10 <sup>2</sup>	1,2507·10	4,6682·10	1,2200·10
17	1,60·10 <sup>2</sup>	1,2496·10	4,6643·10	1,2200·10
18	1,70·10 <sup>2</sup>	1,2527·10	4,6604·10	1,2200·10
19	1,80·10 <sup>2</sup>	1,2524·10	4,6560·10	1,2200·10
20	1,90·10 <sup>2</sup>	1,2488·10	4,6515·10	1,2200·10
21	2,00·10 <sup>2</sup>	1,2454·10	4,6465·10	1,2200·10
22	2,10·10 <sup>2</sup>	1,2508·10	4,6412·10	1,2200·10
23	2,20·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	4,6369·10	1,2200·10
24	2,30·10 <sup>2</sup>	1,2199·10	4,6353·10	1,2200·10
25	2,40·10 <sup>2</sup>	1,2199·10	4,6341·10	1,2200·10
26	2,50·10 <sup>2</sup>	1,2199·10	4,6330·10	1,2200·10
27	2,60·10 <sup>2</sup>	1,2199·10	4,6318·10	1,2200·10
28	2,70·10 <sup>2</sup>	1,2199·10	4,6307·10	1,2200·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
29	$2,80 \cdot 10^2$	1,2555·10	4,6283·10	1,2200·10
30	$2,90 \cdot 10^2$	1,2595·10	4,6235·10	1,2200·10
31	$3,00 \cdot 10^2$	1,2614·10	4,6176·10	1,2200·10
32	$3,10 \cdot 10^2$	1,2584·10	4,6125·10	1,2200·10
33	$3,20 \cdot 10^2$	1,2199·10	4,6093·10	1,2200·10
34	$3,30 \cdot 10^2$	1,2199·10	4,6071·10	1,2200·10
35	$3,40 \cdot 10^2$	1,2199·10	4,6045·10	1,2200·10
36	$3,50 \cdot 10^2$	1,2575·10	4,6006·10	1,2200·10
37	$3,60 \cdot 10^2$	1,2535·10	4,5962·10	1,2200·10
38	$3,70 \cdot 10^2$	1,2526·10	4,5921·10	1,2200·10
39	$3,80 \cdot 10^2$	1,2199·10	4,5890·10	1,2200·10
40	$3,90 \cdot 10^2$	1,2199·10	4,5863·10	1,2200·10
41	$4,00 \cdot 10^2$	1,2199·10	4,5836·10	1,2200·10
42	$4,10 \cdot 10^2$	1,2199·10	4,5808·10	1,2200·10
43	$4,20 \cdot 10^2$	1,2199·10	4,5779·10	1,2200·10
44	$4,30 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5756·10	1,2200·10
45	$4,40 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5744·10	1,2200·10
46	$4,50 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5733·10	1,2200·10
47	$4,60 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5721·10	1,2200·10
48	$4,70 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5710·10	1,2200·10
49	$4,80 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5698·10	1,2200·10
50	$4,90 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5683·10	1,2200·10
51	$5,00 \cdot 10^2$	1,2544·10	4,5643·10	1,2200·10
52	$5,10 \cdot 10^2$	1,2463·10	4,5592·10	1,2200·10
53	$5,20 \cdot 10^2$	1,2445·10	4,5542·10	1,2200·10
54	$5,30 \cdot 10^2$	1,2465·10	4,5503·10	1,2200·10
55	$5,40 \cdot 10^2$	1,2505·10	4,5468·10	1,2200·10
56	$5,50 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5439·10	1,2200·10
57	$5,60 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5420·10	1,2200·10
58	$5,70 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5407·10	1,2200·10
59	$5,80 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5396·10	1,2200·10
60	$5,90 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5384·10	1,2200·10
61	$6,00 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,5373·10	1,2200·10
62	$6,10 \cdot 10^2$	1,2278·10	4,5352·10	1,2200·10
63	$6,20 \cdot 10^2$	1,2372·10	4,5310·10	1,2200·10
64	$6,30 \cdot 10^2$	1,2336·10	4,5261·10	1,2200·10
65	$6,40 \cdot 10^2$	1,2302·10	4,5213·10	1,2200·10
66	$6,50 \cdot 10^2$	1,2301·10	4,5175·10	1,2200·10
67	$6,60 \cdot 10^2$	1,2363·10	4,5140·10	1,2200·10
68	$6,70 \cdot 10^2$	1,2399·10	4,5105·10	1,2200·10
69	$6,80 \cdot 10^2$	1,2406·10	4,5063·10	1,2200·10
70	$6,90 \cdot 10^2$	1,2377·10	4,5019·10	1,2200·10
71	$7,00 \cdot 10^2$	1,2339·10	4,4974·10	1,2200·10
72	$7,10 \cdot 10^2$	1,2275·10	4,4930·10	1,2200·10
73	$7,20 \cdot 10^2$	1,2300·10	4,4887·10	1,2200·10
74	$7,30 \cdot 10^2$	1,2339·10	4,4842·10	1,2200·10
75	$7,40 \cdot 10^2$	1,2357·10	4,4793·10	1,2200·10
76	$7,50 \cdot 10^2$	1,2337·10	4,4742·10	1,2200·10
77	$7,60 \cdot 10^2$	1,2329·10	4,4692·10	1,2200·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
78	$7,70 \cdot 10^2$	1,2307·10	4,4647·10	1,2200·10
79	$7,80 \cdot 10^2$	1,2322·10	4,4603·10	1,2200·10
80	$7,90 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,4569·10	1,2200·10
81	$8,00 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,4555·10	1,2200·10
82	$8,10 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,4543·10	1,2200·10
83	$8,20 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,4531·10	1,2200·10
84	$8,30 \cdot 10^2$	1,2296·10	4,4502·10	1,2200·10
85	$8,40 \cdot 10^2$	1,2303·10	4,4464·10	1,2200·10
86	$8,50 \cdot 10^2$	1,2339·10	4,4419·10	1,2200·10
87	$8,60 \cdot 10^2$	1,2414·10	4,4365·10	1,2200·10
88	$8,70 \cdot 10^2$	1,2415·10	4,4306·10	1,2200·10
89	$8,80 \cdot 10^2$	1,2382·10	4,4248·10	1,2200·10
90	$8,90 \cdot 10^2$	1,2345·10	4,4194·10	1,2200·10
91	$9,00 \cdot 10^2$	1,2339·10	4,4142·10	1,2200·10
92	$9,10 \cdot 10^2$	1,2330·10	4,4099·10	1,2200·10
93	$9,20 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,4074·10	1,2200·10
94	$9,30 \cdot 10^2$	1,2198·10	4,4057·10	1,2200·10
95	$9,40 \cdot 10^2$	1,2377·10	4,4020·10	1,2200·10
96	$9,50 \cdot 10^2$	1,2337·10	4,3971·10	1,2200·10
97	$9,60 \cdot 10^2$	1,2271·10	4,3917·10	1,2200·10
98	$9,70 \cdot 10^2$	1,2292·10	4,3858·10	1,2200·10
99	$9,80 \cdot 10^2$	1,2332·10	4,3799·10	1,2200·10
100	$9,90 \cdot 10^2$	1,2354·10	4,3739·10	1,2200·10
101	$1,00 \cdot 10^3$	1,2338·10	4,3683·10	1,2200·10
102	$1,01 \cdot 10^3$	1,2307·10	4,3632·10	1,2200·10
103	$1,02 \cdot 10^3$	1,2281·10	4,3578·10	1,2200·10
104	$1,03 \cdot 10^3$	1,2291·10	4,3527·10	1,2200·10
105	$1,04 \cdot 10^3$	1,2329·10	4,3482·10	1,2200·10
106	$1,05 \cdot 10^3$	1,2359·10	4,3441·10	1,2200·10
107	$1,06 \cdot 10^3$	1,2381·10	4,3399·10	1,2200·10
108	$1,07 \cdot 10^3$	1,2345·10	4,3353·10	1,2200·10
109	$1,08 \cdot 10^3$	1,2311·10	4,3305·10	1,2200·10
110	$1,09 \cdot 10^3$	1,2310·10	4,3252·10	1,2200·10
111	$1,10 \cdot 10^3$	1,2344·10	4,3191·10	1,2200·10
112	$1,11 \cdot 10^3$	1,2352·10	4,3134·10	1,2200·10
113	$1,12 \cdot 10^3$	1,2358·10	4,3078·10	1,2200·10
114	$1,13 \cdot 10^3$	1,2329·10	4,3022·10	1,2200·10
115	$1,14 \cdot 10^3$	1,2290·10	4,2966·10	1,2200·10
116	$1,15 \cdot 10^3$	1,2279·10	4,2912·10	1,2200·10
117	$1,16 \cdot 10^3$	1,2290·10	4,2863·10	1,2200·10
118	$1,17 \cdot 10^3$	1,2330·10	4,2816·10	1,2200·10
119	$1,18 \cdot 10^3$	1,2347·10	4,2774·10	1,2200·10
120	$1,19 \cdot 10^3$	1,2198·10	4,2741·10	1,2200·10
121	$1,20 \cdot 10^3$	1,2198·10	4,2708·10	1,2200·10
122	$1,21 \cdot 10^3$	1,2246·10	4,2673·10	1,2200·10
123	$1,22 \cdot 10^3$	1,2262·10	4,2630·10	1,2200·10
124	$1,23 \cdot 10^3$	1,2301·10	4,2584·10	1,2200·10
125	$1,24 \cdot 10^3$	1,2328·10	4,2536·10	1,2200·10
126	$1,25 \cdot 10^3$	1,2317·10	4,2485·10	1,2200·10

### 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
127	$1,26 \cdot 10^3$	1,2375·10	4,2434·10	1,2200·10
128	$1,27 \cdot 10^3$	1,2345·10	4,2385·10	1,2200·10
129	$1,28 \cdot 10^3$	1,2350·10	4,2342·10	1,2200·10
130	$1,29 \cdot 10^3$	1,2386·10	4,2302·10	1,2200·10
131	$1,30 \cdot 10^3$	1,2420·10	4,2263·10	1,2200·10
132	$1,31 \cdot 10^3$	1,2407·10	4,2221·10	1,2200·10
133	$1,32 \cdot 10^3$	1,2374·10	4,2179·10	1,2200·10
134	$1,33 \cdot 10^3$	1,2338·10	4,2133·10	1,2200·10
135	$1,34 \cdot 10^3$	1,2332·10	4,2081·10	1,2200·10
136	$1,35 \cdot 10^3$	1,2361·10	4,2025·10	1,2200·10
137	$1,36 \cdot 10^3$	1,2376·10	4,1966·10	1,2200·10
138	$1,37 \cdot 10^3$	1,2387·10	4,1907·10	1,2200·10
139	$1,38 \cdot 10^3$	1,2361·10	4,1850·10	1,2200·10
140	$1,39 \cdot 10^3$	1,2203·10	4,1805·10	1,2200·10
141	$1,40 \cdot 10^3$	1,2305·10	4,1769·10	1,2200·10
142	$1,41 \cdot 10^3$	1,2198·10	4,1733·10	1,2200·10
143	$1,42 \cdot 10^3$	1,2371·10	4,1693·10	1,2200·10
144	$1,43 \cdot 10^3$	1,2392·10	4,1644·10	1,2200·10
145	$1,44 \cdot 10^3$	1,2376·10	4,1585·10	1,2200·10
146	$1,45 \cdot 10^3$	1,2337·10	4,1532·10	1,2200·10
147	$1,46 \cdot 10^3$	1,2318·10	4,1476·10	1,2200·10
148	$1,47 \cdot 10^3$	1,2329·10	4,1416·10	1,2200·10
149	$1,48 \cdot 10^3$	1,2367·10	4,1361·10	1,2200·10
150	$1,49 \cdot 10^3$	1,2397·10	4,1308·10	1,2200·10
151	$1,50 \cdot 10^3$	1,2392·10	4,1256·10	1,2200·10
152	$1,51 \cdot 10^3$	1,2309·10	4,1208·10	1,2200·10
153	$1,52 \cdot 10^3$	1,2276·10	4,1166·10	1,2200·10
154	$1,53 \cdot 10^3$	1,2276·10	4,1127·10	1,2200·10
155	$1,54 \cdot 10^3$	1,2309·10	4,1087·10	1,2200·10
156	$1,55 \cdot 10^3$	1,2345·10	4,1041·10	1,2200·10
157	$1,56 \cdot 10^3$	1,2432·10	4,0994·10	1,2200·10
158	$1,57 \cdot 10^3$	1,2402·10	4,0951·10	1,2200·10
159	$1,58 \cdot 10^3$	1,2197·10	4,0918·10	1,2200·10
160	$1,59 \cdot 10^3$	1,2197·10	4,0886·10	1,2200·10
161	$1,60 \cdot 10^3$	1,2197·10	4,0855·10	1,2200·10
162	$1,61 \cdot 10^3$	1,2197·10	4,0825·10	1,2200·10
163	$1,62 \cdot 10^3$	1,2197·10	4,0795·10	1,2200·10
164	$1,63 \cdot 10^3$	1,2392·10	4,0760·10	1,2200·10
165	$1,64 \cdot 10^3$	1,2352·10	4,0713·10	1,2200·10
166	$1,65 \cdot 10^3$	1,2331·10	4,0660·10	1,2200·10
167	$1,66 \cdot 10^3$	1,2331·10	4,0603·10	1,2200·10
168	$1,67 \cdot 10^3$	1,2371·10	4,0543·10	1,2200·10
169	$1,68 \cdot 10^3$	1,2397·10	4,0487·10	1,2200·10
170	$1,69 \cdot 10^3$	1,2385·10	4,0430·10	1,2200·10
171	$1,70 \cdot 10^3$	1,2347·10	4,0375·10	1,2200·10
172	$1,71 \cdot 10^3$	1,2283·10	4,0321·10	1,2200·10
173	$1,72 \cdot 10^3$	1,2289·10	4,0271·10	1,2200·10
174	$1,73 \cdot 10^3$	1,2326·10	4,0231·10	1,2200·10
175	$1,74 \cdot 10^3$	1,2359·10	4,0195·10	1,2200·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
176	$1,75 \cdot 10^3$	1,2359·10	4,0156·10	1,2200·10
177	$1,76 \cdot 10^3$	1,2329·10	4,0107·10	1,2200·10
178	$1,77 \cdot 10^3$	1,2293·10	4,0053·10	1,2200·10
179	$1,78 \cdot 10^3$	1,2288·10	4,0002·10	1,2200·10
180	$1,79 \cdot 10^3$	1,2319·10	3,9959·10	1,2200·10
181	$1,80 \cdot 10^3$	1,2357·10	3,9919·10	1,2200·10
182	$1,81 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,9884·10	1,2200·10
183	$1,82 \cdot 10^3$	1,2412·10	3,9849·10	1,2200·10
184	$1,83 \cdot 10^3$	1,2373·10	3,9815·10	1,2200·10
185	$1,84 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,9783·10	1,2200·10
186	$1,85 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,9750·10	1,2200·10
187	$1,86 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,9717·10	1,2200·10
188	$1,87 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,9684·10	1,2200·10
189	$1,88 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,9652·10	1,2200·10
190	$1,89 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,9620·10	1,2200·10
191	$1,90 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,9588·10	1,2200·10
192	$1,91 \cdot 10^3$	1,2332·10	3,9554·10	1,2200·10
193	$1,92 \cdot 10^3$	1,2371·10	3,9518·10	1,2200·10
194	$1,93 \cdot 10^3$	1,2400·10	3,9481·10	1,2200·10
195	$1,94 \cdot 10^3$	1,2394·10	3,9439·10	1,2200·10
196	$1,95 \cdot 10^3$	1,2358·10	3,9396·10	1,2200·10
197	$1,96 \cdot 10^3$	1,2315·10	3,9356·10	1,2200·10
198	$1,97 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,9324·10	1,2200·10
199	$1,98 \cdot 10^3$	1,2349·10	3,9282·10	1,2200·10
200	$1,99 \cdot 10^3$	1,2385·10	3,9230·10	1,2200·10
201	$2,00 \cdot 10^3$	1,2390·10	3,9173·10	1,2200·10
202	$2,01 \cdot 10^3$	1,2358·10	3,9133·10	1,2200·10
203	$2,02 \cdot 10^3$	1,2320·10	3,9090·10	1,2200·10
204	$2,03 \cdot 10^3$	1,2310·10	3,9043·10	1,2200·10
205	$2,04 \cdot 10^3$	1,2336·10	3,8994·10	1,2200·10
206	$2,05 \cdot 10^3$	1,2375·10	3,8946·10	1,2200·10
207	$2,06 \cdot 10^3$	1,2418·10	3,8903·10	1,2200·10
208	$2,07 \cdot 10^3$	1,2396·10	3,8862·10	1,2200·10
209	$2,08 \cdot 10^3$	1,2356·10	3,8821·10	1,2200·10
210	$2,09 \cdot 10^3$	1,2335·10	3,8777·10	1,2200·10
211	$2,10 \cdot 10^3$	1,2353·10	3,8732·10	1,2200·10
212	$2,11 \cdot 10^3$	1,2320·10	3,8688·10	1,2200·10
213	$2,12 \cdot 10^3$	1,2345·10	3,8648·10	1,2200·10
214	$2,13 \cdot 10^3$	1,2333·10	3,8610·10	1,2200·10
215	$2,14 \cdot 10^3$	1,2295·10	3,8567·10	1,2200·10
216	$2,15 \cdot 10^3$	1,2266·10	3,8514·10	1,2200·10
217	$2,16 \cdot 10^3$	1,2320·10	3,8457·10	1,2200·10
218	$2,17 \cdot 10^3$	1,2356·10	3,8401·10	1,2200·10
219	$2,18 \cdot 10^3$	1,2389·10	3,8349·10	1,2200·10
220	$2,19 \cdot 10^3$	1,2388·10	3,8300·10	1,2200·10
221	$2,20 \cdot 10^3$	1,2354·10	3,8258·10	1,2200·10
222	$2,21 \cdot 10^3$	1,2331·10	3,8218·10	1,2200·10
223	$2,22 \cdot 10^3$	1,2326·10	3,8181·10	1,2200·10
224	$2,23 \cdot 10^3$	1,2357·10	3,8141·10	1,2200·10

### 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
225	$2,24 \cdot 10^3$	1,2395·10	3,8086·10	1,2200·10
226	$2,25 \cdot 10^3$	1,2405·10	3,8025·10	1,2200·10
227	$2,26 \cdot 10^3$	1,2355·10	3,7969·10	1,2200·10
228	$2,27 \cdot 10^3$	1,2316·10	3,7928·10	1,2200·10
229	$2,28 \cdot 10^3$	1,2301·10	3,7893·10	1,2200·10
230	$2,29 \cdot 10^3$	1,2323·10	3,7849·10	1,2200·10
231	$2,30 \cdot 10^3$	1,2363·10	3,7801·10	1,2200·10
232	$2,31 \cdot 10^3$	1,2421·10	3,7755·10	1,2200·10
233	$2,32 \cdot 10^3$	1,2404·10	3,7709·10	1,2200·10
234	$2,33 \cdot 10^3$	1,2364·10	3,7665·10	1,2200·10
235	$2,34 \cdot 10^3$	1,2339·10	3,7622·10	1,2200·10
236	$2,35 \cdot 10^3$	1,2352·10	3,7579·10	1,2200·10
237	$2,36 \cdot 10^3$	1,2332·10	3,7535·10	1,2200·10
238	$2,37 \cdot 10^3$	1,2361·10	3,7490·10	1,2200·10
239	$2,38 \cdot 10^3$	1,2354·10	3,7444·10	1,2200·10
240	$2,39 \cdot 10^3$	1,2318·10	3,7398·10	1,2200·10
241	$2,40 \cdot 10^3$	1,2285·10	3,7351·10	1,2200·10
242	$2,41 \cdot 10^3$	1,2331·10	3,7301·10	1,2200·10
243	$2,42 \cdot 10^3$	1,2365·10	3,7247·10	1,2200·10
244	$2,43 \cdot 10^3$	1,2401·10	3,7191·10	1,2200·10
245	$2,44 \cdot 10^3$	1,2405·10	3,7140·10	1,2200·10
246	$2,45 \cdot 10^3$	1,2374·10	3,7098·10	1,2200·10
247	$2,46 \cdot 10^3$	1,2296·10	3,7061·10	1,2200·10
248	$2,47 \cdot 10^3$	1,2286·10	3,7025·10	1,2200·10
249	$2,48 \cdot 10^3$	1,2313·10	3,6989·10	1,2200·10
250	$2,49 \cdot 10^3$	1,2352·10	3,6952·10	1,2200·10
251	$2,50 \cdot 10^3$	1,2367·10	3,6914·10	1,2200·10
252	$2,51 \cdot 10^3$	1,2405·10	3,6872·10	1,2200·10
253	$2,52 \cdot 10^3$	1,2365·10	3,6828·10	1,2200·10
254	$2,53 \cdot 10^3$	1,2345·10	3,6783·10	1,2200·10
255	$2,54 \cdot 10^3$	1,2363·10	3,6735·10	1,2200·10
256	$2,55 \cdot 10^3$	1,2403·10	3,6687·10	1,2200·10
257	$2,56 \cdot 10^3$	1,2398·10	3,6644·10	1,2200·10
258	$2,57 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,6611·10	1,2200·10
259	$2,58 \cdot 10^3$	1,2347·10	3,6569·10	1,2200·10
260	$2,59 \cdot 10^3$	1,2318·10	3,6522·10	1,2200·10
261	$2,60 \cdot 10^3$	1,2325·10	3,6470·10	1,2200·10
262	$2,61 \cdot 10^3$	1,2302·10	3,6417·10	1,2200·10
263	$2,62 \cdot 10^3$	1,2335·10	3,6361·10	1,2200·10
264	$2,63 \cdot 10^3$	1,2333·10	3,6300·10	1,2200·10
265	$2,64 \cdot 10^3$	1,2299·10	3,6237·10	1,2200·10
266	$2,65 \cdot 10^3$	1,2263·10	3,6183·10	1,2200·10
267	$2,66 \cdot 10^3$	1,2249·10	3,6145·10	1,2200·10
268	$2,67 \cdot 10^3$	1,2281·10	3,6104·10	1,2200·10
269	$2,68 \cdot 10^3$	1,2318·10	3,6057·10	1,2200·10
270	$2,69 \cdot 10^3$	1,2328·10	3,6008·10	1,2200·10
271	$2,70 \cdot 10^3$	1,2300·10	3,5962·10	1,2200·10
272	$2,71 \cdot 10^3$	1,2273·10	3,5918·10	1,2200·10
273	$2,72 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,5884·10	1,2200·10



Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
274	$2,73 \cdot 10^3$	1,2281·10	3,5848·10	1,2200·10
275	$2,74 \cdot 10^3$	1,2321·10	3,5795·10	1,2200·10
276	$2,75 \cdot 10^3$	1,2340·10	3,5751·10	1,2200·10
277	$2,76 \cdot 10^3$	1,2402·10	3,5703·10	1,2200·10
278	$2,77 \cdot 10^3$	1,2362·10	3,5658·10	1,2200·10
279	$2,78 \cdot 10^3$	1,2338·10	3,5623·10	1,2200·10
280	$2,79 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,5591·10	1,2200·10
281	$2,80 \cdot 10^3$	1,2390·10	3,5557·10	1,2200·10
282	$2,81 \cdot 10^3$	1,2427·10	3,5516·10	1,2200·10
283	$2,82 \cdot 10^3$	1,2420·10	3,5473·10	1,2200·10
284	$2,83 \cdot 10^3$	1,2383·10	3,5428·10	1,2200·10
285	$2,84 \cdot 10^3$	1,2350·10	3,5382·10	1,2200·10
286	$2,85 \cdot 10^3$	1,2353·10	3,5336·10	1,2200·10
287	$2,86 \cdot 10^3$	1,2388·10	3,5291·10	1,2200·10
288	$2,87 \cdot 10^3$	1,2423·10	3,5252·10	1,2200·10
289	$2,88 \cdot 10^3$	1,2427·10	3,5214·10	1,2200·10
290	$2,89 \cdot 10^3$	1,2395·10	3,5176·10	1,2200·10
291	$2,90 \cdot 10^3$	1,2358·10	3,5134·10	1,2200·10
292	$2,91 \cdot 10^3$	1,2283·10	3,5091·10	1,2200·10
293	$2,92 \cdot 10^3$	1,2311·10	3,5049·10	1,2200·10
294	$2,93 \cdot 10^3$	1,2350·10	3,5010·10	1,2200·10
295	$2,94 \cdot 10^3$	1,2364·10	3,4972·10	1,2200·10
296	$2,95 \cdot 10^3$	1,2341·10	3,4934·10	1,2200·10
297	$2,96 \cdot 10^3$	1,2321·10	3,4892·10	1,2200·10
298	$2,97 \cdot 10^3$	1,2302·10	3,4849·10	1,2200·10
299	$2,98 \cdot 10^3$	1,2320·10	3,4809·10	1,2200·10
300	$2,99 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,4777·10	1,2200·10
301	$3,00 \cdot 10^3$	1,2384·10	3,4732·10	1,2200·10
302	$3,01 \cdot 10^3$	1,2366·10	3,4686·10	1,2200·10
303	$3,02 \cdot 10^3$	1,2327·10	3,4637·10	1,2200·10
304	$3,03 \cdot 10^3$	1,2298·10	3,4587·10	1,2200·10
305	$3,04 \cdot 10^3$	1,2306·10	3,4535·10	1,2200·10
306	$3,05 \cdot 10^3$	1,2344·10	3,4489·10	1,2200·10
307	$3,06 \cdot 10^3$	1,2411·10	3,4438·10	1,2200·10
308	$3,07 \cdot 10^3$	1,2409·10	3,4391·10	1,2200·10
309	$3,08 \cdot 10^3$	1,2374·10	3,4353·10	1,2200·10
310	$3,09 \cdot 10^3$	1,2339·10	3,4319·10	1,2200·10
311	$3,10 \cdot 10^3$	1,2336·10	3,4285·10	1,2200·10
312	$3,11 \cdot 10^3$	1,2374·10	3,4247·10	1,2200·10
313	$3,12 \cdot 10^3$	1,2411·10	3,4207·10	1,2200·10
314	$3,13 \cdot 10^3$	1,2198·10	3,4171·10	1,2200·10
315	$3,14 \cdot 10^3$	1,2392·10	3,4129·10	1,2200·10
316	$3,15 \cdot 10^3$	1,2353·10	3,4090·10	1,2200·10
317	$3,16 \cdot 10^3$	1,2303·10	3,4049·10	1,2200·10
318	$3,17 \cdot 10^3$	1,2327·10	3,3998·10	1,2200·10
319	$3,18 \cdot 10^3$	1,2367·10	3,3944·10	1,2200·10
320	$3,19 \cdot 10^3$	1,2386·10	3,3890·10	1,2200·10
321	$3,20 \cdot 10^3$	1,2367·10	3,3838·10	1,2200·10
322	$3,21 \cdot 10^3$	1,2289·10	3,3787·10	1,2200·10

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
323	$3,22 \cdot 10^3$	1,2265·10	3,3735·10	1,2200·10
324	$3,23 \cdot 10^3$	1,2279·10	3,3679·10	1,2200·10
325	$3,24 \cdot 10^3$	1,2318·10	3,3621·10	1,2200·10
326	$3,25 \cdot 10^3$	1,2346·10	3,3568·10	1,2200·10
327	$3,26 \cdot 10^3$	1,2361·10	3,3524·10	1,2200·10
328	$3,27 \cdot 10^3$	1,2324·10	3,3477·10	1,2200·10
329	$3,28 \cdot 10^3$	1,2292·10	3,3429·10	1,2200·10
330	$3,29 \cdot 10^3$	1,2295·10	3,3381·10	1,2200·10
331	$3,30 \cdot 10^3$	1,2329·10	3,3332·10	1,2200·10
332	$3,31 \cdot 10^3$	1,2367·10	3,3283·10	1,2200·10
333	$3,32 \cdot 10^3$	1,2370·10	3,3233·10	1,2200·10
334	$3,33 \cdot 10^3$	1,2338·10	3,3183·10	1,2200·10
335	$3,34 \cdot 10^3$	1,2301·10	3,3134·10	1,2200·10
336	$3,35 \cdot 10^3$	1,2293·10	3,3091·10	1,2200·10
337	$3,36 \cdot 10^3$	1,2294·10	3,3050·10	1,2200·10
338	$3,37 \cdot 10^3$	1,2333·10	3,3009·10	1,2200·10
339	$3,38 \cdot 10^3$	1,2347·10	3,2967·10	1,2200·10
340	$3,39 \cdot 10^3$	1,2323·10	3,2923·10	1,2200·10
341	$3,40 \cdot 10^3$	1,2283·10	3,2884·10	1,2200·10
342	$3,41 \cdot 10^3$	1,2197·10	3,2852·10	1,2200·10
343	$3,42 \cdot 10^3$	1,2279·10	3,2809·10	1,2200·10
344	$3,43 \cdot 10^3$	1,2319·10	3,2761·10	1,2200·10
345	$3,44 \cdot 10^3$	1,2343·10	3,2708·10	1,2200·10
346	$3,45 \cdot 10^3$	1,2329·10	3,2654·10	1,2200·10
347	$3,46 \cdot 10^3$	1,2353·10	3,2601·10	1,2200·10
348	$3,47 \cdot 10^3$	1,2325·10	3,2556·10	1,2200·10
349	$3,48 \cdot 10^3$	1,2334·10	3,2506·10	1,2200·10
350	$3,49 \cdot 10^3$	1,2371·10	3,2456·10	1,2200·10
351	$3,50 \cdot 10^3$	1,2403·10	3,2407·10	1,2200·10
352	$3,51 \cdot 10^3$	1,2385·10	3,2359·10	1,2200·10
353	$3,52 \cdot 10^3$	1,2350·10	3,2312·10	1,2200·10
354	$3,53 \cdot 10^3$	1,2315·10	3,2268·10	1,2200·10
355	$3,54 \cdot 10^3$	1,2313·10	3,2224·10	1,2200·10
356	$3,55 \cdot 10^3$	1,2345·10	3,2185·10	1,2200·10
357	$3,56 \cdot 10^3$	1,2382·10	3,2150·10	1,2200·10
358	$3,57 \cdot 10^3$	1,2390·10	3,2105·10	1,2200·10
359	$3,58 \cdot 10^3$	1,2362·10	3,2056·10	1,2200·10
360	$3,59 \cdot 10^3$	1,2323·10	3,1996·10	1,2200·10
361	$3,60 \cdot 10^3$	1,2310·10	3,1956·10	1,2200·10
362	$3,61 \cdot 10^3$	1,2344·10	3,1919·10	1,2200·10
363	$3,62 \cdot 10^3$	1,2384·10	3,1881·10	1,2200·10
364	$3,63 \cdot 10^3$	1,2403·10	3,1843·10	1,2200·10
365	$3,64 \cdot 10^3$	1,2383·10	3,1801·10	1,2200·10
366	$3,65 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1771·10	1,2200·10
367	$3,66 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1745·10	1,2200·10
368	$3,67 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1717·10	1,2200·10
369	$3,68 \cdot 10^3$	1,2366·10	3,1681·10	1,2200·10
370	$3,69 \cdot 10^3$	1,2394·10	3,1643·10	1,2200·10
371	$3,70 \cdot 10^3$	1,2385·10	3,1595·10	1,2200·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
372	$3,71 \cdot 10^3$	1,2352·10	3,1549·10	1,2200·10
373	$3,72 \cdot 10^3$	1,2321·10	3,1497·10	1,2200·10
374	$3,73 \cdot 10^3$	1,2324·10	3,1452·10	1,2200·10
375	$3,74 \cdot 10^3$	1,2359·10	3,1413·10	1,2200·10
376	$3,75 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1383·10	1,2200·10
377	$3,76 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1363·10	1,2200·10
378	$3,77 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1352·10	1,2200·10
379	$3,78 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1340·10	1,2200·10
380	$3,79 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1329·10	1,2200·10
381	$3,80 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1317·10	1,2200·10
382	$3,81 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1306·10	1,2200·10
383	$3,82 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1294·10	1,2200·10
384	$3,83 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1282·10	1,2200·10
385	$3,84 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1271·10	1,2200·10
386	$3,85 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1259·10	1,2200·10
387	$3,86 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1248·10	1,2200·10
388	$3,87 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1236·10	1,2200·10
389	$3,88 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,1224·10	1,2200·10
390	$3,89 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,1213·10	1,2200·10
391	$3,90 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,1201·10	1,2200·10
392	$3,91 \cdot 10^3$	1,2255·10	3,1179·10	1,2200·10
393	$3,92 \cdot 10^3$	1,2265·10	3,1128·10	1,2200·10
394	$3,93 \cdot 10^3$	1,2302·10	3,1086·10	1,2200·10
395	$3,94 \cdot 10^3$	1,2334·10	3,1043·10	1,2200·10
396	$3,95 \cdot 10^3$	1,2330·10	3,1005·10	1,2200·10
397	$3,96 \cdot 10^3$	1,2374·10	3,0971·10	1,2200·10
398	$3,97 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0938·10	1,2200·10
399	$3,98 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0908·10	1,2200·10
400	$3,99 \cdot 10^3$	1,2318·10	3,0878·10	1,2200·10
401	$4,00 \cdot 10^3$	1,2407·10	3,0830·10	1,2200·10
402	$4,01 \cdot 10^3$	1,2398·10	3,0785·10	1,2200·10
403	$4,02 \cdot 10^3$	1,2370·10	3,0740·10	1,2200·10
404	$4,03 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0706·10	1,2200·10
405	$4,04 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0692·10	1,2200·10
406	$4,05 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0681·10	1,2200·10
407	$4,06 \cdot 10^3$	1,2366·10	3,0661·10	1,2200·10
408	$4,07 \cdot 10^3$	1,2389·10	3,0609·10	1,2200·10
409	$4,08 \cdot 10^3$	1,2369·10	3,0565·10	1,2200·10
410	$4,09 \cdot 10^3$	1,2196·10	3,0529·10	1,2200·10
411	$4,10 \cdot 10^3$	1,2306·10	3,0486·10	1,2200·10
412	$4,11 \cdot 10^3$	1,2353·10	3,0448·10	1,2200·10
413	$4,12 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0417·10	1,2200·10
414	$4,13 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0999·10	1,2200·10
415	$4,14 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0388·10	1,2200·10
416	$4,15 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0376·10	1,2200·10
417	$4,16 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0365·10	1,2200·10
418	$4,17 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0353·10	1,2200·10
419	$4,18 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0341·10	1,2200·10
420	$4,19 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0319·10	1,2200·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
421	$4,20 \cdot 10^3$	1,2195·10	3,0288·10	1,2200·10
422	$4,21 \cdot 10^3$	1,2347·10	3,0243·10	1,2200·10
423	$4,22 \cdot 10^3$	1,2310·10	3,0198·10	1,2200·10
424	$4,23 \cdot 10^3$	1,2303·10	3,0153·10	1,2200·10
425	$4,24 \cdot 10^3$	1,2332·10	3,0110·10	1,2200·10
426	$4,25 \cdot 10^3$	1,2369·10	3,0076·10	1,2200·10
427	$4,26 \cdot 10^3$	1,2369·10	3,0030·10	1,2200·10
428	$4,27 \cdot 10^3$	1,2344·10	2,9983·10	1,2200·10
429	$4,28 \cdot 10^3$	1,2304·10	2,9932·10	1,2200·10
430	$4,29 \cdot 10^3$	1,2287·10	2,9879·10	1,2200·10
431	$4,30 \cdot 10^3$	1,2307·10	2,9831·10	1,2200·10
432	$4,31 \cdot 10^3$	1,2393·10	2,9795·10	1,2200·10
433	$4,32 \cdot 10^3$	1,2195·10	2,9763·10	1,2200·10
434	$4,33 \cdot 10^3$	1,2400·10	2,9727·10	1,2200·10
435	$4,34 \cdot 10^3$	1,2361·10	2,9677·10	1,2200·10
436	$4,35 \cdot 10^3$	1,2334·10	2,9622·10	1,2200·10
437	$4,36 \cdot 10^3$	1,2198·10	2,9577·10	1,2200·10
438	$4,37 \cdot 10^3$	1,2195·10	2,9560·10	1,2200·10
439	$4,38 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,9548·10	1,2200·10
440	$4,39 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,9533·10	1,2200·10
441	$4,40 \cdot 10^3$	1,2382·10	2,9493·10	1,2200·10
442	$4,41 \cdot 10^3$	1,2283·10	2,9442·10	1,2200·10
443	$4,42 \cdot 10^3$	1,2282·10	2,9390·10	1,2200·10
444	$4,43 \cdot 10^3$	1,2315·10	2,9341·10	1,2200·10
445	$4,44 \cdot 10^3$	1,2352·10	2,9294·10	1,2200·10
446	$4,45 \cdot 10^3$	1,2358·10	2,9251·10	1,2200·10
447	$4,46 \cdot 10^3$	1,2197·10	2,9217·10	1,2200·10
448	$4,47 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,9186·10	1,2200·10
449	$4,48 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,9155·10	1,2200·10
450	$4,49 \cdot 10^3$	1,2307·10	2,9119·10	1,2200·10
451	$4,50 \cdot 10^3$	1,2346·10	2,9082·10	1,2200·10
452	$4,51 \cdot 10^3$	1,2362·10	2,9037·10	1,2200·10
453	$4,52 \cdot 10^3$	1,2341·10	2,8983·10	1,2200·10
454	$4,53 \cdot 10^3$	1,2301·10	2,8943·10	1,2200·10
455	$4,54 \cdot 10^3$	1,2195·10	2,8907·10	1,2200·10
456	$4,55 \cdot 10^3$	1,2295·10	2,8864·10	1,2200·10
457	$4,56 \cdot 10^3$	1,2391·10	2,8826·10	1,2200·10
458	$4,57 \cdot 10^3$	1,2417·10	2,8786·10	1,2200·10
459	$4,58 \cdot 10^3$	1,2407·10	2,8737·10	1,2200·10
460	$4,59 \cdot 10^3$	1,2369·10	2,8684·10	1,2200·10
461	$4,60 \cdot 10^3$	1,2195·10	2,8641·10	1,2200·10
462	$4,61 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8624·10	1,2200·10
463	$4,62 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8613·10	1,2200·10
464	$4,63 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8596·10	1,2200·10
465	$4,64 \cdot 10^3$	1,2386·10	2,8552·10	1,2200·10
466	$4,65 \cdot 10^3$	1,2353·10	2,8496·10	1,2200·10
467	$4,66 \cdot 10^3$	1,2349·10	2,8445·10	1,2200·10
468	$4,67 \cdot 10^3$	1,2343·10	2,8403·10	1,2200·10
469	$4,68 \cdot 10^3$	1,2373·10	2,8359·10	1,2200·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
470	$4,69 \cdot 10^3$	1,2408·10	2,8320·10	1,2200·10
471	$4,70 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8283·10	1,2200·10
472	$4,71 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8258·10	1,2200·10
473	$4,72 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8240·10	1,2200·10
474	$4,73 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8228·10	1,2200·10
475	$4,74 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8217·10	1,2200·10
476	$4,75 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8205·10	1,2200·10
477	$4,76 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8193·10	1,2200·10
478	$4,77 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8182·10	1,2200·10
479	$4,78 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8165·10	1,2200·10
480	$4,79 \cdot 10^3$	1,2300·10	2,8128·10	1,2200·10
481	$4,80 \cdot 10^3$	1,2310·10	2,8082·10	1,2200·10
482	$4,81 \cdot 10^3$	1,2218·10	2,8042·10	1,2200·10
483	$4,82 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,8017·10	1,2200·10
484	$4,83 \cdot 10^3$	1,2194·10	2,7998·10	1,2200·10
485	$4,84 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7984·10	1,2200·10
486	$4,85 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7958·10	1,2200·10
487	$4,86 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7929·10	1,2200·10
488	$4,87 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7906·10	1,2200·10
489	$4,88 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7895·10	1,2200·10
490	$4,89 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7883·10	1,2200·10
491	$4,90 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7867·10	1,2200·10
492	$4,91 \cdot 10^3$	1,2279·10	2,7827·10	1,2200·10
493	$4,92 \cdot 10^3$	1,2268·10	2,7775·10	1,2200·10
494	$4,93 \cdot 10^3$	1,2294·10	2,7728·10	1,2200·10
495	$4,94 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7701·10	1,2200·10
496	$4,95 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7682·10	1,2200·10
497	$4,96 \cdot 10^3$	1,2393·10	2,7657·10	1,2200·10
498	$4,97 \cdot 10^3$	1,2370·10	2,7614·10	1,2200·10
499	$4,98 \cdot 10^3$	1,2348·10	2,7564·10	1,2200·10
500	$4,99 \cdot 10^3$	1,2365·10	2,7511·10	1,2200·10
501	$5,00 \cdot 10^3$	1,2404·10	2,7459·10	1,2200·10
502	$5,01 \cdot 10^3$	1,2373·10	2,7407·10	1,2200·10
503	$5,02 \cdot 10^3$	1,2362·10	2,7360·10	1,2200·10
504	$5,03 \cdot 10^3$	1,2324·10	2,7323·10	1,2200·10
505	$5,04 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7292·10	1,2200·10
506	$5,05 \cdot 10^3$	1,2299·10	2,7259·10	1,2200·10
507	$5,06 \cdot 10^3$	1,2358·10	2,7222·10	1,2200·10
508	$5,07 \cdot 10^3$	1,2391·10	2,7182·10	1,2200·10
509	$5,08 \cdot 10^3$	1,2391·10	2,7146·10	1,2200·10
510	$5,09 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7116·10	1,2200·10
511	$5,10 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7089·10	1,2200·10
512	$5,11 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7063·10	1,2200·10
513	$5,12 \cdot 10^3$	1,2193·10	2,7038·10	1,2200·10
514	$5,13 \cdot 10^3$	1,2192·10	2,7014·10	1,2200·10
515	$5,14 \cdot 10^3$	1,2382·10	2,6982·10	1,2200·10
516	$5,15 \cdot 10^3$	1,2356·10	2,6932·10	1,2200·10
517	$5,16 \cdot 10^3$	1,2279·10	2,6875·10	1,2200·10
518	$5,17 \cdot 10^3$	1,2263·10	2,6821·10	1,2200·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
519	$5,18 \cdot 10^3$	1,2284·10	2,6779·10	1,2200·10
520	$5,19 \cdot 10^3$	1,2324·10	2,6742·10	1,2200·10
521	$5,20 \cdot 10^3$	1,2192·10	2,6712·10	1,2200·10
522	$5,21 \cdot 10^3$	1,2192·10	2,6698·10	1,2200·10
523	$5,22 \cdot 10^3$	1,2191·10	2,6687·10	1,2200·10
524	$5,23 \cdot 10^3$	1,2261·10	2,6666·10	1,2200·10
525	$5,24 \cdot 10^3$	1,2273·10	2,6614·10	1,2200·10
526	$5,25 \cdot 10^3$	1,2311·10	2,6566·10	1,2200·10
527	$5,26 \cdot 10^3$	1,2365·10	2,6528·10	1,2200·10
528	$5,27 \cdot 10^3$	1,2191·10	2,6501·10	1,2200·10
529	$5,28 \cdot 10^3$	1,2190·10	2,6488·10	1,2200·10
530	$5,29 \cdot 10^3$	1,2190·10	2,6473·10	1,2200·10
531	$5,30 \cdot 10^3$	1,2290·10	2,6440·10	1,2200·10
532	$5,31 \cdot 10^3$	1,2333·10	2,6400·10	1,2200·10
533	$5,32 \cdot 10^3$	1,2190·10	2,6365·10	1,2200·10
534	$5,33 \cdot 10^3$	1,2189·10	2,6343·10	1,2200·10
535	$5,34 \cdot 10^3$	1,2189·10	2,6330·10	1,2200·10
536	$5,35 \cdot 10^3$	1,2188·10	2,6319·10	1,2200·10
537	$5,36 \cdot 10^3$	1,2188·10	2,6302·10	1,2200·10
538	$5,37 \cdot 10^3$	1,2188·10	2,6278·10	1,2200·10
539	$5,38 \cdot 10^3$	1,2187·10	2,6249·10	1,2200·10
540	$5,39 \cdot 10^3$	1,2432·10	2,6212·10	1,2200·10
541	$5,40 \cdot 10^3$	1,2410·10	2,6171·10	1,2200·10
542	$5,41 \cdot 10^3$	1,2367·10	2,6125·10	1,2200·10
543	$5,42 \cdot 10^3$	1,2346·10	2,6072·10	1,2200·10
544	$5,43 \cdot 10^3$	1,2363·10	2,6014·10	1,2200·10
545	$5,44 \cdot 10^3$	1,2403·10	2,5963·10	1,2200·10
546	$5,45 \cdot 10^3$	1,2187·10	2,5928·10	1,2200·10
547	$5,46 \cdot 10^3$	1,2187·10	2,5899·10	1,2200·10
548	$5,47 \cdot 10^3$	1,2186·10	2,5870·10	1,2200·10
549	$5,48 \cdot 10^3$	1,2253·10	2,5833·10	1,2200·10
550	$5,49 \cdot 10^3$	1,2259·10	2,5793·10	1,2200·10
551	$5,50 \cdot 10^3$	1,2295·10	2,5755·10	1,2200·10
552	$5,51 \cdot 10^3$	1,2186·10	2,5724·10	1,2200·10
553	$5,52 \cdot 10^3$	1,2185·10	2,5694·10	1,2200·10
554	$5,53 \cdot 10^3$	1,2185·10	2,5665·10	1,2200·10
555	$5,54 \cdot 10^3$	1,2184·10	2,5633·10	1,2200·10
556	$5,55 \cdot 10^3$	1,2183·10	2,5600·10	1,2200·10
557	$5,56 \cdot 10^3$	1,2183·10	2,5573·10	1,2200·10
558	$5,57 \cdot 10^3$	1,2182·10	2,5561·10	1,2200·10
559	$5,58 \cdot 10^3$	1,2182·10	2,5549·10	1,2200·10
560	$5,59 \cdot 10^3$	1,2181·10	2,5537·10	1,2200·10
561	$5,60 \cdot 10^3$	1,2180·10	2,5519·10	1,2200·10
562	$5,61 \cdot 10^3$	1,2179·10	2,5492·10	1,2200·10
563	$5,62 \cdot 10^3$	1,2366·10	2,5455·10	1,2200·10
564	$5,63 \cdot 10^3$	1,2406·10	2,5398·10	1,2200·10
565	$5,64 \cdot 10^3$	1,2426·10	2,5353·10	1,2200·10
566	$5,65 \cdot 10^3$	1,2409·10	2,5314·10	1,2200·10
567	$5,66 \cdot 10^3$	1,2178·10	2,5284·10	1,2200·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
568	$5,67 \cdot 10^3$	1,2178·10	2,5266·10	1,2200·10
569	$5,68 \cdot 10^3$	1,2177·10	2,5254·10	1,2200·10
570	$5,69 \cdot 10^3$	1,2176·10	2,5243·10	1,2200·10
571	$5,70 \cdot 10^3$	1,2175·10	2,5231·10	1,2200·10
572	$5,71 \cdot 10^3$	1,2378·10	2,5213·10	1,2200·10
573	$5,72 \cdot 10^3$	1,2362·10	2,5163·10	1,2200·10
574	$5,73 \cdot 10^3$	1,2329·10	2,5113·10	1,2200·10
575	$5,74 \cdot 10^3$	1,2330·10	2,5074·10	1,2200·10
576	$5,75 \cdot 10^3$	1,2364·10	2,5037·10	1,2200·10
577	$5,76 \cdot 10^3$	1,2416·10	2,5001·10	1,2200·10
578	$5,77 \cdot 10^3$	1,2421·10	2,4966·10	1,2200·10
579	$5,78 \cdot 10^3$	1,2173·10	2,4934·10	1,2200·10
580	$5,79 \cdot 10^3$	1,2172·10	2,4903·10	1,2200·10
581	$5,80 \cdot 10^3$	1,2172·10	2,4867·10	1,2200·10
582	$5,81 \cdot 10^3$	1,2171·10	2,4851·10	1,2200·10
583	$5,82 \cdot 10^3$	1,2170·10	2,4839·10	1,2200·10
584	$5,83 \cdot 10^3$	1,2397·10	2,4821·10	1,2200·10
585	$5,84 \cdot 10^3$	1,2391·10	2,4771·10	1,2200·10
586	$5,85 \cdot 10^3$	1,2351·10	2,4720·10	1,2200·10
587	$5,86 \cdot 10^3$	1,2267·10	2,4682·10	1,2200·10
588	$5,87 \cdot 10^3$	1,2168·10	2,4648·10	1,2200·10
589	$5,88 \cdot 10^3$	1,2166·10	2,4624·10	1,2200·10
590	$5,89 \cdot 10^3$	1,2165·10	2,4608·10	1,2200·10
591	$5,90 \cdot 10^3$	1,2164·10	2,4596·10	1,2200·10
592	$5,91 \cdot 10^3$	1,2162·10	2,4585·10	1,2200·10
593	$5,92 \cdot 10^3$	1,2161·10	2,4573·10	1,2200·10
594	$5,93 \cdot 10^3$	1,2159·10	2,4561·10	1,2200·10
595	$5,94 \cdot 10^3$	1,2158·10	2,4550·10	1,2200·10
596	$5,95 \cdot 10^3$	1,2156·10	2,4532·10	1,2200·10
597	$5,96 \cdot 10^3$	1,2339·10	2,4499·10	1,2200·10
598	$5,97 \cdot 10^3$	1,2304·10	2,4460·10	1,2200·10
599	$5,98 \cdot 10^3$	1,2269·10	2,4417·10	1,2200·10
600	$5,99 \cdot 10^3$	1,2265·10	2,4371·10	1,2200·10
601	$6,00 \cdot 10^3$	1,2296·10	2,4323·10	1,2200·10
602	$6,01 \cdot 10^3$	1,2382·10	2,4276·10	1,2200·10
603	$6,02 \cdot 10^3$	1,2392·10	2,4234·10	1,2200·10
604	$6,03 \cdot 10^3$	1,2365·10	2,4195·10	1,2200·10
605	$6,04 \cdot 10^3$	1,2326·10	2,4158·10	1,2200·10
606	$6,05 \cdot 10^3$	1,2153·10	2,4128·10	1,2200·10
607	$6,06 \cdot 10^3$	1,2152·10	2,4100·10	1,2200·10
608	$6,07 \cdot 10^3$	1,2410·10	2,4061·10	1,2200·10
609	$6,08 \cdot 10^3$	1,2430·10	2,4010·10	1,2200·10
610	$6,09 \cdot 10^3$	1,2412·10	2,3969·10	1,2200·10
611	$6,10 \cdot 10^3$	1,2372·10	2,3930·10	1,2200·10
612	$6,11 \cdot 10^3$	1,2150·10	2,3894·10	1,2200·10
613	$6,12 \cdot 10^3$	1,2148·10	2,3870·10	1,2200·10
614	$6,13 \cdot 10^3$	1,2145·10	2,3846·10	1,2200·10
615	$6,14 \cdot 10^3$	1,2143·10	2,3815·10	1,2200·10
616	$6,15 \cdot 10^3$	1,2339·10	2,3781·10	1,2200·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
617	$6,16 \cdot 10^3$	1,2141·10	2,3751·10	1,2200·10
618	$6,17 \cdot 10^3$	1,2139·10	2,3729·10	1,2200·10
619	$6,18 \cdot 10^3$	1,2136·10	2,3711·10	1,2200·10
620	$6,19 \cdot 10^3$	1,2134·10	2,3689·10	1,2200·10
621	$6,20 \cdot 10^3$	1,2405·10	2,3654·10	1,2200·10
622	$6,21 \cdot 10^3$	1,2365·10	2,3614·10	1,2200·10
623	$6,22 \cdot 10^3$	1,2131·10	2,3581·10	1,2200·10
624	$6,23 \cdot 10^3$	1,2129·10	2,3567·10	1,2200·10
625	$6,24 \cdot 10^3$	1,2126·10	2,3556·10	1,2200·10
626	$6,25 \cdot 10^3$	1,2122·10	2,3542·10	1,2200·10
627	$6,26 \cdot 10^3$	1,2384·10	2,3508·10	1,2200·10
628	$6,27 \cdot 10^3$	1,2399·10	2,3464·10	1,2200·10
629	$6,28 \cdot 10^3$	1,2120·10	2,3426·10	1,2200·10
630	$6,29 \cdot 10^3$	1,2117·10	2,3408·10	1,2200·10
631	$6,30 \cdot 10^3$	1,2114·10	2,3396·10	1,2200·10
632	$6,31 \cdot 10^3$	1,2110·10	2,3383·10	1,2200·10
633	$6,32 \cdot 10^3$	1,2365·10	2,3353·10	1,2200·10
634	$6,33 \cdot 10^3$	1,2405·10	2,3316·10	1,2200·10
635	$6,34 \cdot 10^3$	1,2105·10	2,3284·10	1,2200·10
636	$6,35 \cdot 10^3$	1,2102·10	2,3268·10	1,2200·10
637	$6,36 \cdot 10^3$	1,2097·10	2,3257·10	1,2200·10
638	$6,37 \cdot 10^3$	1,2093·10	2,3245·10	1,2200·10
639	$6,38 \cdot 10^3$	1,2088·10	2,3234·10	1,2200·10
640	$6,39 \cdot 10^3$	1,2084·10	2,3222·10	1,2200·10
641	$6,40 \cdot 10^3$	1,2079·10	2,3210·10	1,2200·10
642	$6,41 \cdot 10^3$	1,2074·10	2,3199·10	1,2200·10
643	$6,42 \cdot 10^3$	1,2068·10	2,3187·10	1,2200·10
644	$6,43 \cdot 10^3$	1,2062·10	2,3176·10	1,2200·10
645	$6,44 \cdot 10^3$	1,2056·10	2,3164·10	1,2200·10
646	$6,45 \cdot 10^3$	1,2050·10	2,3152·10	1,2200·10
647	$6,46 \cdot 10^3$	1,2044·10	2,3135·10	1,2200·10
648	$6,47 \cdot 10^3$	1,2329·10	2,3097·10	1,2200·10
649	$6,48 \cdot 10^3$	1,2290·10	2,3050·10	1,2200·10
650	$6,49 \cdot 10^3$	1,2276·10	2,2998·10	1,2200·10
651	$6,50 \cdot 10^3$	1,2299·10	2,2941·10	1,2200·10
652	$6,51 \cdot 10^3$	1,2393·10	2,2880·10	1,2200·10
653	$6,52 \cdot 10^3$	1,2412·10	2,2832·10	1,2200·10
654	$6,53 \cdot 10^3$	1,2394·10	2,2782·10	1,2200·10
655	$6,54 \cdot 10^3$	1,2354·10	2,2728·10	1,2200·10
656	$6,55 \cdot 10^3$	1,2330·10	2,2676·10	1,2200·10
657	$6,56 \cdot 10^3$	1,2346·10	2,2632·10	1,2200·10
658	$6,57 \cdot 10^3$	1,2384·10	2,2591·10	1,2200·10
659	$6,58 \cdot 10^3$	1,2413·10	2,2553·10	1,2200·10
660	$6,59 \cdot 10^3$	1,2037·10	2,2532·10	1,2200·10
661	$6,60 \cdot 10^3$	1,2031·10	2,2521·10	1,2200·10
662	$6,61 \cdot 10^3$	1,2024·10	2,2509·10	1,2200·10
663	$6,62 \cdot 10^3$	1,2016·10	2,2498·10	1,2200·10
664	$6,63 \cdot 10^3$	1,2009·10	2,2486·10	1,2200·10
665	$6,64 \cdot 10^3$	1,2001·10	2,2473·10	1,2200·10



№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
666	$6,65 \cdot 10^3$	1,1993·10	2,2444·10	1,2200·10
667	$6,66 \cdot 10^3$	1,2389·10	2,2408·10	1,2200·10
668	$6,67 \cdot 10^3$	1,1988·10	2,2379·10	1,2200·10
669	$6,68 \cdot 10^3$	1,1979·10	2,2366·10	1,2200·10
670	$6,69 \cdot 10^3$	1,1971·10	2,2355·10	1,2200·10
671	$6,70 \cdot 10^3$	1,1962·10	2,2343·10	1,2200·10
672	$6,71 \cdot 10^3$	1,1953·10	2,2323·10	1,2200·10
673	$6,72 \cdot 10^3$	1,1944·10	2,2293·10	1,2200·10
674	$6,73 \cdot 10^3$	1,1933·10	2,2263·10	1,2200·10
675	$6,74 \cdot 10^3$	1,1922·10	2,2237·10	1,2200·10
676	$6,75 \cdot 10^3$	1,1910·10	2,2213·10	1,2200·10
677	$6,76 \cdot 10^3$	1,2342·10	2,2182·10	1,2200·10
678	$6,77 \cdot 10^3$	1,2366·10	2,2136·10	1,2200·10
679	$6,78 \cdot 10^3$	1,2352·10	2,2084·10	1,2200·10
680	$6,79 \cdot 10^3$	1,2313·10	2,2028·10	1,2200·10
681	$6,80 \cdot 10^3$	1,2285·10	2,1967·10	1,2200·10
682	$6,81 \cdot 10^3$	1,2331·10	2,1904·10	1,2200·10
683	$6,82 \cdot 10^3$	1,2368·10	2,1859·10	1,2200·10
684	$6,83 \cdot 10^3$	1,2400·10	2,1817·10	1,2200·10
685	$6,84 \cdot 10^3$	1,2397·10	2,1774·10	1,2200·10
686	$6,85 \cdot 10^3$	1,2363·10	2,1736·10	1,2200·10
687	$6,86 \cdot 10^3$	1,2334·10	2,1695·10	1,2200·10
688	$6,87 \cdot 10^3$	1,2331·10	2,1653·10	1,2200·10
689	$6,88 \cdot 10^3$	1,2363·10	2,1614·10	1,2200·10
690	$6,89 \cdot 10^3$	1,2400·10	2,1577·10	1,2200·10
691	$6,90 \cdot 10^3$	1,2408·10	2,1541·10	1,2200·10
692	$6,91 \cdot 10^3$	1,2335·10	2,1494·10	1,2200·10
693	$6,92 \cdot 10^3$	1,2296·10	2,1449·10	1,2200·10
694	$6,93 \cdot 10^3$	1,2282·10	2,1398·10	1,2200·10
695	$6,94 \cdot 10^3$	1,2306·10	2,1343·10	1,2200·10
696	$6,95 \cdot 10^3$	1,2346·10	2,1284·10	1,2200·10
697	$6,96 \cdot 10^3$	1,2382·10	2,1222·10	1,2200·10
698	$6,97 \cdot 10^3$	1,2363·10	2,1170·10	1,2200·10
699	$6,98 \cdot 10^3$	1,2323·10	2,1131·10	1,2200·10
700	$6,99 \cdot 10^3$	1,2300·10	2,1092·10	1,2200·10
701	$7,00 \cdot 10^3$	1,2314·10	2,1053·10	1,2200·10
702	$7,01 \cdot 10^3$	1,2337·10	2,1008·10	1,2200·10
703	$7,02 \cdot 10^3$	1,2365·10	2,0960·10	1,2200·10
704	$7,03 \cdot 10^3$	1,1902·10	2,0920·10	1,2200·10
705	$7,04 \cdot 10^3$	1,1882·10	2,0897·10	1,2200·10
706	$7,05 \cdot 10^3$	1,1869·10	2,0885·10	1,2200·10
707	$7,06 \cdot 10^3$	1,1854·10	2,0868·10	1,2200·10
708	$7,07 \cdot 10^3$	1,2309·10	2,0833·10	1,2200·10
709	$7,08 \cdot 10^3$	1,2344·10	2,0791·10	1,2200·10
710	$7,09 \cdot 10^3$	1,2347·10	2,0742·10	1,2200·10
711	$7,10 \cdot 10^3$	1,2315·10	2,0688·10	1,2200·10
712	$7,11 \cdot 10^3$	1,2261·10	2,0649·10	1,2200·10
713	$7,12 \cdot 10^3$	1,2253·10	2,0611·10	1,2200·10
714	$7,13 \cdot 10^3$	1,1942·10	2,0573·10	1,2200·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
715	$7,14 \cdot 10^3$	1,1830·10	2,0544·10	1,2200·10
716	$7,15 \cdot 10^3$	1,2333·10	2,0513·10	1,2200·10
717	$7,16 \cdot 10^3$	1,2345·10	2,0472·10	1,2200·10
718	$7,17 \cdot 10^3$	1,2305·10	2,0426·10	1,2200·10
719	$7,18 \cdot 10^3$	1,2286·10	2,0379·10	1,2200·10
720	$7,19 \cdot 10^3$	1,2306·10	2,0332·10	1,2200·10
721	$7,20 \cdot 10^3$	1,2346·10	2,0287·10	1,2200·10
722	$7,21 \cdot 10^3$	1,2341·10	2,0246·10	1,2200·10
723	$7,22 \cdot 10^3$	1,1806·10	2,0217·10	1,2200·10
724	$7,23 \cdot 10^3$	1,1790·10	2,0191·10	1,2200·10
725	$7,24 \cdot 10^3$	1,1771·10	2,0167·10	1,2200·10
726	$7,25 \cdot 10^3$	1,1752·10	2,0143·10	1,2200·10
727	$7,26 \cdot 10^3$	1,1734·10	2,0117·10	1,2200·10
728	$7,27 \cdot 10^3$	1,2391·10	2,0077·10	1,2200·10
729	$7,28 \cdot 10^3$	1,2387·10	2,0028·10	1,2200·10
730	$7,29 \cdot 10^3$	1,2352·10	1,9970·10	1,2200·10
731	$7,30 \cdot 10^3$	1,2318·10	1,9922·10	1,2200·10
732	$7,31 \cdot 10^3$	1,1722·10	1,9886·10	1,2200·10
733	$7,32 \cdot 10^3$	1,1703·10	1,9866·10	1,2200·10
734	$7,33 \cdot 10^3$	1,1685·10	1,9854·10	1,2200·10
735	$7,34 \cdot 10^3$	1,1667·10	1,9834·10	1,2200·10
736	$7,35 \cdot 10^3$	1,1649·10	1,9809·10	1,2200·10
737	$7,36 \cdot 10^3$	1,1625·10	1,9789·10	1,2200·10
738	$7,37 \cdot 10^3$	1,1598·10	1,9778·10	1,2200·10
739	$7,38 \cdot 10^3$	1,1571·10	1,9766·10	1,2200·10
740	$7,39 \cdot 10^3$	1,1543·10	1,9755·10	1,2200·10
741	$7,40 \cdot 10^3$	1,1516·10	1,9727·10	1,2200·10
742	$7,41 \cdot 10^3$	1,2356·10	1,9690·10	1,2200·10
743	$7,42 \cdot 10^3$	1,2317·10	1,9647·10	1,2200·10
744	$7,43 \cdot 10^3$	1,2293·10	1,9595·10	1,2200·10
745	$7,44 \cdot 10^3$	1,2308·10	1,9540·10	1,2200·10
746	$7,45 \cdot 10^3$	1,2347·10	1,9489·10	1,2200·10
747	$7,46 \cdot 10^3$	1,1525·10	1,9454·10	1,2200·10
748	$7,47 \cdot 10^3$	1,1483·10	1,9424·10	1,2200·10
749	$7,48 \cdot 10^3$	1,2292·10	1,9390·10	1,2200·10
750	$7,49 \cdot 10^3$	1,2260·10	1,9343·10	1,2200·10
751	$7,50 \cdot 10^3$	1,2264·10	1,9290·10	1,2200·10
752	$7,51 \cdot 10^3$	1,2390·10	1,9243·10	1,2200·10
753	$7,52 \cdot 10^3$	1,1449·10	1,9213·10	1,2200·10
754	$7,53 \cdot 10^3$	1,1423·10	1,9190·10	1,2200·10
755	$7,54 \cdot 10^3$	1,2394·10	1,9154·10	1,2200·10
756	$7,55 \cdot 10^3$	1,2357·10	1,9107·10	1,2200·10
757	$7,56 \cdot 10^3$	1,2321·10	1,9061·10	1,2200·10
758	$7,57 \cdot 10^3$	1,2350·10	1,9017·10	1,2200·10
759	$7,58 \cdot 10^3$	1,1394·10	1,8984·10	1,2200·10
760	$7,59 \cdot 10^3$	1,2401·10	1,8938·10	1,2200·10
761	$7,60 \cdot 10^3$	1,2376·10	1,8887·10	1,2200·10
762	$7,61 \cdot 10^3$	1,2306·10	1,8835·10	1,2200·10
763	$7,62 \cdot 10^3$	1,2288·10	1,8796·10	1,2200·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
764	$7,63 \cdot 10^3$	1,2308·10	1,8749·10	1,2200·10
765	$7,64 \cdot 10^3$	1,2348·10	1,8688·10	1,2200·10
766	$7,65 \cdot 10^3$	1,2370·10	1,8647·10	1,2200·10
767	$7,66 \cdot 10^3$	1,1392·10	1,8611·10	1,2200·10
768	$7,67 \cdot 10^3$	1,2281·10	1,8569·10	1,2200·10
769	$7,68 \cdot 10^3$	1,2253·10	1,8531·10	1,2200·10
770	$7,69 \cdot 10^3$	1,2263·10	1,8491·10	1,2200·10
771	$7,70 \cdot 10^3$	1,2301·10	1,8443·10	1,2200·10
772	$7,71 \cdot 10^3$	1,2382·10	1,8393·10	1,2200·10
773	$7,72 \cdot 10^3$	1,2378·10	1,8346·10	1,2200·10
774	$7,73 \cdot 10^3$	1,2342·10	1,8309·10	1,2200·10
775	$7,74 \cdot 10^3$	1,1378·10	1,8275·10	1,2200·10
776	$7,75 \cdot 10^3$	1,2307·10	1,8237·10	1,2200·10
777	$7,76 \cdot 10^3$	1,2300·10	1,8196·10	1,2200·10
778	$7,77 \cdot 10^3$	1,2336·10	1,8161·10	1,2200·10
779	$7,78 \cdot 10^3$	1,1339·10	1,8131·10	1,2200·10
780	$7,79 \cdot 10^3$	1,1303·10	1,8112·10	1,2200·10
781	$7,80 \cdot 10^3$	1,1265·10	1,8101·10	1,2200·10
782	$7,81 \cdot 10^3$	1,1227·10	1,8089·10	1,2200·10
783	$7,82 \cdot 10^3$	1,1188·10	1,8064·10	1,2200·10
784	$7,83 \cdot 10^3$	1,1151·10	1,8036·10	1,2200·10
785	$7,84 \cdot 10^3$	1,2428·10	1,7994·10	1,2200·10
786	$7,85 \cdot 10^3$	1,2407·10	1,7947·10	1,2200·10
787	$7,86 \cdot 10^3$	1,2306·10	1,7902·10	1,2200·10
788	$7,87 \cdot 10^3$	1,2283·10	1,7856·10	1,2200·10
789	$7,88 \cdot 10^3$	1,2299·10	1,7811·10	1,2200·10
790	$7,89 \cdot 10^3$	1,2338·10	1,7768·10	1,2200·10
791	$7,90 \cdot 10^3$	1,2365·10	1,7728·10	1,2200·10
792	$7,91 \cdot 10^3$	1,1112·10	1,7699·10	1,2200·10
793	$7,92 \cdot 10^3$	1,1072·10	1,7685·10	1,2200·10
794	$7,93 \cdot 10^3$	1,1029·10	1,7671·10	1,2200·10
795	$7,94 \cdot 10^3$	1,0982·10	1,7642·10	1,2200·10
796	$7,95 \cdot 10^3$	1,2395·10	1,7608·10	1,2200·10
797	$7,96 \cdot 10^3$	1,0934·10	1,7580·10	1,2200·10
798	$7,97 \cdot 10^3$	1,0883·10	1,7568·10	1,2200·10
799	$7,98 \cdot 10^3$	1,0829·10	1,7556·10	1,2200·10
800	$7,99 \cdot 10^3$	1,0769·10	1,7541·10	1,2200·10
801	$8,00 \cdot 10^3$	1,2262·10	1,7503·10	1,2200·10
802	$8,01 \cdot 10^3$	1,2330·10	1,7454·10	1,2200·10
803	$8,02 \cdot 10^3$	1,2368·10	1,7399·10	1,2200·10
804	$8,03 \cdot 10^3$	1,2380·10	1,7359·10	1,2200·10
805	$8,04 \cdot 10^3$	1,2355·10	1,7315·10	1,2200·10
806	$8,05 \cdot 10^3$	1,2303·10	1,7276·10	1,2200·10
807	$8,06 \cdot 10^3$	1,0730·10	1,7240·10	1,2200·10
808	$8,07 \cdot 10^3$	1,0670·10	1,7215·10	1,2200·10
809	$8,08 \cdot 10^3$	1,0610·10	1,7199·10	1,2200·10
810	$8,09 \cdot 10^3$	1,0552·10	1,7187·10	1,2200·10
811	$8,10 \cdot 10^3$	1,0492·10	1,7176·10	1,2200·10
812	$8,11 \cdot 10^3$	1,0429·10	1,7176·10	1,2200·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
813	$8,12 \cdot 10^3$	1,0359·10	1,7176·10	1,2200·10
814	$8,13 \cdot 10^3$	1,0284·10	1,7176·10	1,2200·10
815	$8,14 \cdot 10^3$	1,0210·10	1,7176·10	1,2200·10
816	$8,15 \cdot 10^3$	1,0138·10	1,7176·10	1,2200·10
817	$8,16 \cdot 10^3$	1,0074·10	1,7176·10	1,2200·10
818	$8,17 \cdot 10^3$	1,0007·10	1,7176·10	1,2200·10
819	$8,18 \cdot 10^3$	9,9328	1,7176·10	1,2200·10
820	$8,19 \cdot 10^3$	9,8531	1,7176·10	1,2200·10
821	$8,20 \cdot 10^3$	9,7733	1,7176·10	1,2200·10
822	$8,21 \cdot 10^3$	9,6853	1,7176·10	1,2200·10
823	$8,22 \cdot 10^3$	1,2360·10	1,7176·10	1,2200·10
824	$8,23 \cdot 10^3$	1,2388·10	1,7174·10	1,2200·10
825	$8,24 \cdot 10^3$	1,2350·10	1,7173·10	1,2200·10
826	$8,25 \cdot 10^3$	1,2338·10	1,7172·10	1,2200·10
827	$8,26 \cdot 10^3$	1,2387·10	1,7170·10	1,2200·10
828	$8,27 \cdot 10^3$	1,2426·10	1,7169·10	1,2200·10
829	$8,28 \cdot 10^3$	1,2444·10	1,7168·10	1,2200·10
830	$8,29 \cdot 10^3$	1,2422·10	1,7166·10	1,2200·10
831	$8,30 \cdot 10^3$	1,2383·10	1,7165·10	1,2200·10
832	$8,31 \cdot 10^3$	1,2410·10	1,7163·10	1,2200·10
833	$8,32 \cdot 10^3$	1,2426·10	1,7162·10	1,2200·10
834	$8,33 \cdot 10^3$	1,2466·10	1,7161·10	1,2200·10
835	$8,34 \cdot 10^3$	1,2492·10	1,7159·10	1,2200·10
836	$8,35 \cdot 10^3$	1,2481·10	1,7158·10	1,2200·10
837	$8,36 \cdot 10^3$	1,2383·10	1,7156·10	1,2200·10
838	$8,37 \cdot 10^3$	1,2352·10	1,7155·10	1,2200·10
839	$8,38 \cdot 10^3$	1,2358·10	1,7154·10	1,2200·10
840	$8,39 \cdot 10^3$	1,2393·10	1,7152·10	1,2200·10
841	$8,40 \cdot 10^3$	1,2427·10	1,7151·10	1,2200·10
842	$8,41 \cdot 10^3$	1,2407·10	1,7149·10	1,2200·10
843	$8,42 \cdot 10^3$	1,2374·10	1,7148·10	1,2200·10
844	$8,43 \cdot 10^3$	1,2338·10	1,7147·10	1,2200·10
845	$8,44 \cdot 10^3$	1,2332·10	1,7145·10	1,2200·10
846	$8,45 \cdot 10^3$	1,2362·10	1,7144·10	1,2200·10
847	$8,46 \cdot 10^3$	1,2420·10	1,7143·10	1,2200·10
848	$8,47 \cdot 10^3$	1,2431·10	1,7141·10	1,2200·10
849	$8,48 \cdot 10^3$	1,2405·10	1,7140·10	1,2200·10
850	$8,49 \cdot 10^3$	1,2366·10	1,7138·10	1,2200·10
851	$8,50 \cdot 10^3$	1,2349·10	1,7137·10	1,2200·10
852	$8,51 \cdot 10^3$	1,2385·10	1,7136·10	1,2200·10
853	$8,52 \cdot 10^3$	1,2424·10	1,7134·10	1,2200·10
854	$8,53 \cdot 10^3$	1,2446·10	1,7133·10	1,2200·10
855	$8,54 \cdot 10^3$	1,2430·10	1,7131·10	1,2200·10
856	$8,55 \cdot 10^3$	1,2390·10	1,7130·10	1,2200·10
857	$8,56 \cdot 10^3$	1,2386·10	1,7129·10	1,2200·10
858	$8,57 \cdot 10^3$	1,2397·10	1,7127·10	1,2200·10
859	$8,58 \cdot 10^3$	1,2435·10	1,7126·10	1,2200·10
860	$8,59 \cdot 10^3$	1,2465·10	1,7124·10	1,2200·10
861	$8,60 \cdot 10^3$	1,2460·10	1,7123·10	1,2200·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
862	$8,61 \cdot 10^3$	1,2379-10	1,7122-10	1,2200-10
863	$8,62 \cdot 10^3$	1,2346-10	1,7120-10	1,2200-10
864	$8,63 \cdot 10^3$	1,2346-10	1,7119-10	1,2200-10
865	$8,64 \cdot 10^3$	1,2379-10	1,7118-10	1,2200-10
866	$8,65 \cdot 10^3$	1,2415-10	1,7116-10	1,2200-10
867	$8,66 \cdot 10^3$	1,2472-10	1,7115-10	1,2200-10
868	$8,67 \cdot 10^3$	1,2442-10	1,7113-10	1,2200-10
869	$8,68 \cdot 10^3$	1,2403-10	1,7112-10	1,2200-10
870	$8,69 \cdot 10^3$	1,2392-10	1,7111-10	1,2200-10
871	$8,70 \cdot 10^3$	1,2418-10	1,7109-10	9,6081
872	$8,71 \cdot 10^3$	1,2489-10	1,7108-10	9,6339
873	$8,72 \cdot 10^3$	1,2505-10	1,7106-10	9,6594
874	$8,73 \cdot 10^3$	1,2484-10	1,7105-10	9,6847
875	$8,74 \cdot 10^3$	1,2444-10	1,7104-10	9,7097
876	$8,75 \cdot 10^3$	1,2423-10	1,7102-10	9,7345
877	$8,76 \cdot 10^3$	1,2400-10	1,7101-10	9,7590
878	$8,77 \cdot 10^3$	1,2439-10	1,7099-10	9,7833
879	$8,78 \cdot 10^3$	1,2465-10	1,7098-10	9,8073
880	$8,79 \cdot 10^3$	1,2453-10	1,7097-10	9,8311
881	$8,80 \cdot 10^3$	1,2415-10	1,7095-10	9,8547
882	$8,81 \cdot 10^3$	1,2381-10	1,7094-10	9,8781
883	$8,82 \cdot 10^3$	1,2387-10	1,7093-10	9,9012
884	$8,83 \cdot 10^3$	1,2423-10	1,7091-10	9,9240
885	$8,84 \cdot 10^3$	1,2456-10	1,7090-10	9,9467
886	$8,85 \cdot 10^3$	1,2456-10	1,7088-10	9,9691
887	$8,86 \cdot 10^3$	1,2465-10	1,7087-10	9,9913
888	$8,87 \cdot 10^3$	1,2429-10	1,7086-10	1,0013-10
889	$8,88 \cdot 10^3$	1,2424-10	1,7084-10	1,0035-10
890	$8,89 \cdot 10^3$	1,2454-10	1,7083-10	1,0056-10
891	$8,90 \cdot 10^3$	1,2492-10	1,7081-10	1,0077-10
892	$8,91 \cdot 10^3$	1,2497-10	1,7080-10	1,0099-10
893	$8,92 \cdot 10^3$	1,2471-10	1,7079-10	1,0119-10
894	$8,93 \cdot 10^3$	1,2431-10	1,7077-10	1,0140-10
895	$8,94 \cdot 10^3$	1,2415-10	1,7076-10	1,0161-10
896	$8,95 \cdot 10^3$	1,2437-10	1,7074-10	1,0181-10
897	$8,96 \cdot 10^3$	1,2485-10	1,7073-10	1,0201-10
898	$8,97 \cdot 10^3$	1,2506-10	1,7072-10	1,0221-10
899	$8,98 \cdot 10^3$	1,2489-10	1,7070-10	1,0241-10
900	$8,99 \cdot 10^3$	1,2450-10	1,7069-10	1,0260-10
901	$9,00 \cdot 10^3$	1,2425-10	1,7068-10	1,0279-10
902	$9,01 \cdot 10^3$	1,2435-10	1,7066-10	1,0298-10
903	$9,02 \cdot 10^3$	1,2474-10	1,7065-10	1,0317-10
904	$9,03 \cdot 10^3$	1,2503-10	1,7063-10	1,0336-10
905	$9,04 \cdot 10^3$	1,2497-10	1,7062-10	1,0355-10
906	$9,05 \cdot 10^3$	1,2460-10	1,7061-10	1,0373-10
907	$9,06 \cdot 10^3$	1,2395-10	1,7059-10	1,0391-10
908	$9,07 \cdot 10^3$	1,2396-10	1,7058-10	1,0409-10
909	$9,08 \cdot 10^3$	1,2430-10	1,7056-10	1,0427-10
910	$9,09 \cdot 10^3$	1,2466-10	1,7055-10	1,0445-10

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
911	$9,10 \cdot 10^3$	1,2471·10	1,7054·10	1,0462·10
912	$9,11 \cdot 10^3$	1,2384·10	1,7052·10	1,0479·10
913	$9,12 \cdot 10^3$	1,2346·10	1,7051·10	1,0497·10
914	$9,13 \cdot 10^3$	1,2336·10	1,7049·10	1,0513·10
915	$9,14 \cdot 10^3$	1,2362·10	1,7048·10	1,0530·10
916	$9,15 \cdot 10^3$	1,2401·10	1,7047·10	1,0547·10
917	$9,16 \cdot 10^3$	1,2503·10	1,7045·10	1,0563·10
918	$9,17 \cdot 10^3$	1,2481·10	1,7044·10	1,0580·10
919	$9,18 \cdot 10^3$	1,2441·10	1,7043·10	1,0596·10
920	$9,19 \cdot 10^3$	1,2420·10	1,7041·10	1,0612·10
921	$9,20 \cdot 10^3$	1,2437·10	1,7040·10	1,0627·10
922	$9,21 \cdot 10^3$	1,2425·10	1,7038·10	1,0643·10
923	$9,22 \cdot 10^3$	1,2450·10	1,7037·10	1,0659·10
924	$9,23 \cdot 10^3$	1,2438·10	1,7036·10	1,0674·10
925	$9,24 \cdot 10^3$	1,2400·10	1,7034·10	1,0689·10
926	$9,25 \cdot 10^3$	1,2370·10	1,7033·10	1,0704·10
927	$9,26 \cdot 10^3$	1,2439·10	1,7031·10	1,0719·10
928	$9,27 \cdot 10^3$	1,2476·10	1,7030·10	1,0734·10
929	$9,28 \cdot 10^3$	1,2509·10	1,7029·10	1,0748·10
930	$9,29 \cdot 10^3$	1,2508·10	1,7027·10	1,0763·10
931	$9,30 \cdot 10^3$	1,2474·10	1,7026·10	1,0777·10
932	$9,31 \cdot 10^3$	1,2382·10	1,7024·10	1,0791·10
933	$9,32 \cdot 10^3$	1,2378·10	1,7023·10	1,0805·10
934	$9,33 \cdot 10^3$	1,2408·10	1,7022·10	1,0819·10
935	$9,34 \cdot 10^3$	1,2446·10	1,7020·10	1,0833·10
936	$9,35 \cdot 10^3$	1,2456·10	1,7019·10	1,0846·10
937	$9,36 \cdot 10^3$	1,2495·10	1,7018·10	1,0860·10
938	$9,37 \cdot 10^3$	1,2456·10	1,7016·10	1,0873·10
939	$9,38 \cdot 10^3$	1,2441·10	1,7015·10	1,0886·10
940	$9,39 \cdot 10^3$	1,2463·10	1,7013·10	1,0899·10
941	$9,40 \cdot 10^3$	1,2413·10	1,7011·10	1,0912·10
942	$9,41 \cdot 10^3$	1,2399·10	1,6998·10	1,0925·10
943	$9,42 \cdot 10^3$	1,2381·10	1,6985·10	1,0938·10
944	$9,43 \cdot 10^3$	1,2341·10	1,6967·10	1,0950·10
945	$9,44 \cdot 10^3$	1,2316·10	1,6954·10	1,0963·10
946	$9,45 \cdot 10^3$	1,2329·10	1,6941·10	1,0975·10
947	$9,46 \cdot 10^3$	1,2390·10	1,6924·10	1,0987·10
948	$9,47 \cdot 10^3$	1,2419·10	1,6882·10	1,0999·10
949	$9,48 \cdot 10^3$	1,2412·10	1,6829·10	1,1011·10
950	$9,49 \cdot 10^3$	1,2375·10	1,6775·10	1,1023·10
951	$9,50 \cdot 10^3$	1,2343·10	1,6728·10	1,1035·10
952	$9,51 \cdot 10^3$	1,2303·10	1,6684·10	1,1046·10
953	$9,52 \cdot 10^3$	1,2337·10	1,6649·10	1,1058·10
954	$9,53 \cdot 10^3$	1,2372·10	1,6634·10	1,1069·10
955	$9,54 \cdot 10^3$	1,2376·10	1,6621·10	1,1081·10
956	$9,55 \cdot 10^3$	1,2345·10	1,6608·10	1,1092·10
957	$9,56 \cdot 10^3$	1,2334·10	1,6582·10	1,1103·10
958	$9,57 \cdot 10^3$	1,2324·10	1,6550·10	1,1114·10
959	$9,58 \cdot 10^3$	1,2351·10	1,6517·10	1,1124·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
960	$9,59 \cdot 10^3$	1,2390·10	1,6489·10	1,1135·10
961	$9,60 \cdot 10^3$	1,2405·10	1,6463·10	1,1146·10
962	$9,61 \cdot 10^3$	1,2403·10	1,6429·10	1,1156·10
963	$9,62 \cdot 10^3$	1,2364·10	1,6373·10	1,1167·10
964	$9,63 \cdot 10^3$	1,2343·10	1,6313·10	1,1177·10
965	$9,64 \cdot 10^3$	1,2361·10	1,6274·10	1,1187·10
966	$9,65 \cdot 10^3$	1,2401·10	1,6234·10	1,1197·10
967	$9,66 \cdot 10^3$	1,2420·10	1,6194·10	1,1207·10
968	$9,67 \cdot 10^3$	1,2407·10	1,6156·10	1,1217·10
969	$9,68 \cdot 10^3$	1,2369·10	1,6123·10	1,1227·10
970	$9,69 \cdot 10^3$	1,2340·10	1,6092·10	1,1236·10
971	$9,70 \cdot 10^3$	1,2347·10	1,6046·10	1,1246·10
972	$9,71 \cdot 10^3$	1,2326·10	1,5997·10	1,1255·10
973	$9,72 \cdot 10^3$	1,2359·10	1,5950·10	1,1265·10
974	$9,73 \cdot 10^3$	1,2357·10	1,5902·10	1,1274·10
975	$9,74 \cdot 10^3$	1,2323·10	1,5849·10	1,1283·10
976	$9,75 \cdot 10^3$	1,2287·10	1,5796·10	1,1293·10
977	$9,76 \cdot 10^3$	1,2256·10	1,5750·10	1,1302·10
978	$9,77 \cdot 10^3$	1,2287·10	1,5723·10	1,1310·10
979	$9,78 \cdot 10^3$	1,2325·10	1,5703·10	1,1319·10
980	$9,79 \cdot 10^3$	1,2334·10	1,5682·10	1,1328·10
981	$9,80 \cdot 10^3$	1,2307·10	1,5647·10	1,1337·10
982	$9,81 \cdot 10^3$	1,2347·10	1,5607·10	1,1345·10
983	$9,82 \cdot 10^3$	1,2332·10	1,5568·10	1,1354·10
984	$9,83 \cdot 10^3$	1,2355·10	1,5538·10	1,1362·10
985	$9,84 \cdot 10^3$	1,2395·10	1,5511·10	1,1371·10
986	$9,85 \cdot 10^3$	1,2415·10	1,5479·10	1,1379·10
987	$9,86 \cdot 10^3$	1,2347·10	1,5433·10	1,1387·10
988	$9,87 \cdot 10^3$	1,2307·10	1,5380·10	1,1395·10
989	$9,88 \cdot 10^3$	1,2283·10	1,5331·10	1,1403·10
990	$9,89 \cdot 10^3$	1,2296·10	1,5293·10	1,1411·10
991	$9,90 \cdot 10^3$	1,2334·10	1,5260·10	1,1419·10
992	$9,91 \cdot 10^3$	1,2373·10	1,5218·10	1,1427·10
993	$9,92 \cdot 10^3$	1,2365·10	1,5168·10	1,1434·10
994	$9,93 \cdot 10^3$	1,2328·10	1,5124·10	1,1442·10
995	$9,94 \cdot 10^3$	1,2296·10	1,5083·10	1,1449·10
996	$9,95 \cdot 10^3$	1,2298·10	1,5041·10	1,1457·10
997	$9,96 \cdot 10^3$	1,2315·10	1,4998·10	1,1464·10
998	$9,97 \cdot 10^3$	1,2350·10	1,4951·10	1,1472·10
999	$9,98 \cdot 10^3$	1,2354·10	1,4893·10	1,1479·10
1000	$9,99 \cdot 10^3$	1,2322·10	1,4830·10	1,1486·10
1001	$1,00 \cdot 10^4$	1,2285·10	1,4773·10	1,1493·10
1002	$1,00 \cdot 10^4$	1,2286·10	1,4729·10	1,1500·10
1003	$1,00 \cdot 10^4$	1,2314·10	1,4692·10	1,1507·10
1004	$1,00 \cdot 10^4$	1,2353·10	1,4664·10	1,1514·10
1005	$1,00 \cdot 10^4$	1,2367·10	1,4651·10	1,1521·10
1006	$1,00 \cdot 10^4$	1,2344·10	1,4638·10	1,1528·10
1007	$1,00 \cdot 10^4$	1,2346·10	1,4624·10	1,1534·10
1008	$1,00 \cdot 10^4$	1,2326·10	1,4594·10	1,1541·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1009	$1,00 \cdot 10^4$	1,2345·10	1,4555·10	1,1547·10
1010	$1,00 \cdot 10^4$	1,2384·10	1,4516·10	1,1554·10
1011	$1,01 \cdot 10^4$	1,2409·10	1,4483·10	1,1560·10
1012	$1,01 \cdot 10^4$	1,2343·10	1,4452·10	1,1567·10
1013	$1,01 \cdot 10^4$	1,2304·10	1,4428·10	1,1573·10
1014	$1,01 \cdot 10^4$	1,2276·10	1,4415·10	1,1579·10
1015	$1,01 \cdot 10^4$	1,2284·10	1,4402·10	1,1585·10
1016	$1,01 \cdot 10^4$	1,2321·10	1,4389·10	1,1592·10
1017	$1,01 \cdot 10^4$	1,2388·10	1,4362·10	1,1598·10
1018	$1,01 \cdot 10^4$	1,2386·10	1,4326·10	1,1604·10
1019	$1,01 \cdot 10^4$	1,2351·10	1,4287·10	1,1609·10
1020	$1,01 \cdot 10^4$	1,2316·10	1,4247·10	1,1615·10
1021	$1,02 \cdot 10^4$	1,2313·10	1,4206·10	1,1621·10
1022	$1,02 \cdot 10^4$	1,2377·10	1,4168·10	1,1627·10
1023	$1,02 \cdot 10^4$	1,2415·10	1,4138·10	1,1633·10
1024	$1,02 \cdot 10^4$	1,2423·10	1,4110·10	1,1638·10
1025	$1,02 \cdot 10^4$	1,2395·10	1,4075·10	1,1644·10
1026	$1,02 \cdot 10^4$	1,2357·10	1,4020·10	1,1649·10
1027	$1,02 \cdot 10^4$	1,2323·10	1,3958·10	1,1655·10
1028	$1,02 \cdot 10^4$	1,2347·10	1,3918·10	1,1660·10
1029	$1,02 \cdot 10^4$	1,2387·10	1,3887·10	1,1666·10
1030	$1,02 \cdot 10^4$	1,2406·10	1,3866·10	1,1671·10
1031	$1,03 \cdot 10^4$	1,2387·10	1,3853·10	1,1676·10
1032	$1,03 \cdot 10^4$	1,2343·10	1,3840·10	1,1681·10
1033	$1,03 \cdot 10^4$	1,2319·10	1,3827·10	1,1687·10
1034	$1,03 \cdot 10^4$	1,2333·10	1,3814·10	1,1692·10
1035	$1,03 \cdot 10^4$	1,2372·10	1,3787·10	1,1697·10
1036	$1,03 \cdot 10^4$	1,2400·10	1,3755·10	1,1702·10
1037	$1,03 \cdot 10^4$	1,2330·10	1,3719·10	1,1707·10
1038	$1,03 \cdot 10^4$	1,2293·10	1,3679·10	1,1712·10
1039	$1,03 \cdot 10^4$	1,2261·10	1,3635·10	1,1716·10
1040	$1,03 \cdot 10^4$	1,2264·10	1,3596·10	1,1721·10
1041	$1,04 \cdot 10^4$	1,2298·10	1,3568·10	1,1726·10
1042	$1,04 \cdot 10^4$	1,2373·10	1,3543·10	1,1731·10
1043	$1,04 \cdot 10^4$	1,2376·10	1,3519·10	1,1735·10
1044	$1,04 \cdot 10^4$	1,2344·10	1,3492·10	1,1740·10
1045	$1,04 \cdot 10^4$	1,2307·10	1,3465·10	1,1745·10
1046	$1,04 \cdot 10^4$	1,2299·10	1,3442·10	1,1749·10
1047	$1,04 \cdot 10^4$	1,2300·10	1,3429·10	1,1754·10
1048	$1,04 \cdot 10^4$	1,2339·10	1,3416·10	1,1758·10
1049	$1,04 \cdot 10^4$	1,2352·10	1,3391·10	1,1762·10
1050	$1,04 \cdot 10^4$	1,2329·10	1,3339·10	1,1767·10
1051	$1,05 \cdot 10^4$	1,2289·10	1,3295·10	1,1771·10
1052	$1,05 \cdot 10^4$	1,2349·10	1,3248·10	1,1775·10
1053	$1,05 \cdot 10^4$	1,2368·10	1,3200·10	1,1780·10
1054	$1,05 \cdot 10^4$	1,2408·10	1,3151·10	1,1784·10
1055	$1,05 \cdot 10^4$	1,2431·10	1,3109·10	1,1788·10
1056	$1,05 \cdot 10^4$	1,2417·10	1,3082·10	1,1792·10
1057	$1,05 \cdot 10^4$	1,2368·10	1,3069·10	1,1796·10



Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1058	$1,05 \cdot 10^4$	1,2341·10	1,3046·10	1,1800·10
1059	$1,05 \cdot 10^4$	1,2349·10	1,2993·10	1,1804·10
1060	$1,05 \cdot 10^4$	1,2387·10	1,2950·10	1,1808·10
1061	$1,06 \cdot 10^4$	1,2418·10	1,2909·10	1,1812·10
1062	$1,06 \cdot 10^4$	1,2353·10	1,2876·10	1,1816·10
1063	$1,06 \cdot 10^4$	1,2318·10	1,2857·10	1,1820·10
1064	$1,06 \cdot 10^4$	1,2284·10	1,2844·10	1,1823·10
1065	$1,06 \cdot 10^4$	1,2281·10	1,2825·10	1,1827·10
1066	$1,06 \cdot 10^4$	1,2313·10	1,2799·10	1,1831·10
1067	$1,06 \cdot 10^4$	1,2382·10	1,2768·10	1,1834·10
1068	$1,06 \cdot 10^4$	1,2390·10	1,2726·10	1,1838·10
1069	$1,06 \cdot 10^4$	1,2362·10	1,2681·10	1,1842·10
1070	$1,06 \cdot 10^4$	1,2323·10	1,2638·10	1,1845·10
1071	$1,07 \cdot 10^4$	1,2310·10	1,2605·10	1,1849·10
1072	$1,07 \cdot 10^4$	1,2306·10	1,2576·10	1,1852·10
1073	$1,07 \cdot 10^4$	1,2346·10	1,2540·10	1,1856·10
1074	$1,07 \cdot 10^4$	1,2365·10	1,2485·10	1,1859·10
1075	$1,07 \cdot 10^4$	1,2345·10	1,2422·10	1,1862·10
1076	$1,07 \cdot 10^4$	1,2305·10	1,2356·10	1,1866·10
1077	$1,07 \cdot 10^4$	1,2317·10	1,2291·10	1,1869·10
1078	$1,07 \cdot 10^4$	1,2331·10	1,2226·10	1,1872·10
1079	$1,07 \cdot 10^4$	1,2370·10	1,2175·10	1,1876·10
1080	$1,07 \cdot 10^4$	1,2398·10	1,2155·10	1,1879·10
1081	$1,08 \cdot 10^4$	1,2389·10	1,2142·10	1,1882·10
1082	$1,08 \cdot 10^4$	1,2374·10	1,2120·10	1,1885·10
1083	$1,08 \cdot 10^4$	1,2343·10	1,2065·10	1,1888·10
1084	$1,08 \cdot 10^4$	1,2346·10	1,2023·10	1,1891·10
1085	$1,08 \cdot 10^4$	1,2382·10	1,1977·10	1,1895·10
1086	$1,08 \cdot 10^4$	1,2416·10	1,1928·10	1,1898·10
1087	$1,08 \cdot 10^4$	1,2417·10	1,1878·10	1,1901·10
1088	$1,08 \cdot 10^4$	1,2384·10	1,1822·10	1,1904·10
1089	$1,08 \cdot 10^4$	1,2347·10	1,1770·10	1,1907·10
1090	$1,08 \cdot 10^4$	1,2340·10	1,1728·10	1,1909·10
1091	$1,09 \cdot 10^4$	1,2368·10	1,1686·10	1,1912·10
1092	$1,09 \cdot 10^4$	1,2315·10	1,1649·10	1,1915·10
1093	$1,09 \cdot 10^4$	1,2328·10	1,1613·10	1,1918·10
1094	$1,09 \cdot 10^4$	1,2303·10	1,1575·10	1,1921·10
1095	$1,09 \cdot 10^4$	1,2264·10	1,1532·10	1,1924·10
1096	$1,09 \cdot 10^4$	1,2246·10	1,1486·10	1,1926·10
1097	$1,09 \cdot 10^4$	1,2323·10	1,1440·10	1,1929·10
1098	$1,09 \cdot 10^4$	1,2363·10	1,1397·10	1,1932·10
1099	$1,09 \cdot 10^4$	1,2386·10	1,1355·10	1,1934·10
1100	$1,09 \cdot 10^4$	1,2371·10	1,1315·10	1,1937·10
1101	$1,10 \cdot 10^4$	1,2332·10	1,1283·10	1,1940·10
1102	$1,10 \cdot 10^4$	1,2315·10	1,1239·10	1,1942·10
1103	$1,10 \cdot 10^4$	1,2324·10	1,1186·10	1,1945·10
1104	$1,10 \cdot 10^4$	1,2362·10	1,1125·10	1,1947·10
1105	$1,10 \cdot 10^4$	1,2393·10	1,1066·10	1,1950·10
1106	$1,10 \cdot 10^4$	1,2389·10	1,1028·10	1,1952·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1107	$1,10 \cdot 10^4$	1,2311·10	1,0994·10	1,1955·10
1108	$1,10 \cdot 10^4$	1,2277·10	1,0961·10	1,1957·10
1109	$1,10 \cdot 10^4$	1,2275·10	1,0929·10	1,1960·10
1110	$1,10 \cdot 10^4$	1,2307·10	1,0897·10	1,1962·10
1111	$1,11 \cdot 10^4$	1,2344·10	1,0864·10	1,1964·10
1112	$1,11 \cdot 10^4$	1,2405·10	1,0827·10	1,1967·10
1113	$1,11 \cdot 10^4$	1,2376·10	1,0779·10	1,1969·10
1114	$1,11 \cdot 10^4$	1,2337·10	1,0727·10	1,1971·10
1115	$1,11 \cdot 10^4$	1,2325·10	1,0681·10	1,1974·10
1116	$1,11 \cdot 10^4$	1,2349·10	1,0642·10	1,1976·10
1117	$1,11 \cdot 10^4$	1,2360·10	1,0600·10	1,1978·10
1118	$1,11 \cdot 10^4$	1,2378·10	1,0563·10	1,1980·10
1119	$1,11 \cdot 10^4$	1,2357·10	1,0532·10	1,1982·10
1120	$1,11 \cdot 10^4$	1,2318·10	1,0482·10	1,1985·10
1121	$1,12 \cdot 10^4$	1,2295·10	1,0432·10	1,1987·10
1122	$1,12 \cdot 10^4$	1,2310·10	1,0373·10	1,1989·10
1123	$1,12 \cdot 10^4$	1,2349·10	1,0330·10	1,1991·10
1124	$1,12 \cdot 10^4$	1,2376·10	1,0291·10	1,1993·10
1125	$1,12 \cdot 10^4$	1,2367·10	1,0249·10	1,1995·10
1126	$1,12 \cdot 10^4$	1,2329·10	1,0208·10	1,1997·10
1127	$1,12 \cdot 10^4$	1,2262·10	1,0164·10	1,1999·10
1128	$1,12 \cdot 10^4$	1,2266·10	1,0108·10	1,2001·10
1129	$1,12 \cdot 10^4$	1,2301·10	1,0048·10	1,2003·10
1130	$1,12 \cdot 10^4$	1,2335·10	9,9856	1,2005·10
1131	$1,13 \cdot 10^4$	1,2337·10	9,9422	1,2007·10
1132	$1,13 \cdot 10^4$	1,2379·10	9,9007	1,2009·10
1133	$1,13 \cdot 10^4$	1,2342·10	9,8600	1,2011·10
1134	$1,13 \cdot 10^4$	1,2335·10	9,8217	1,2013·10
1135	$1,13 \cdot 10^4$	1,2364·10	9,7845	1,2015·10
1136	$1,13 \cdot 10^4$	1,2403·10	9,7484	1,2016·10
1137	$1,13 \cdot 10^4$	1,2355·10	9,7139	1,2018·10
1138	$1,13 \cdot 10^4$	1,2330·10	9,6802	1,2020·10
1139	$1,13 \cdot 10^4$	1,2290·10	9,6458	1,2022·10
1140	$1,13 \cdot 10^4$	1,2273·10	9,6096	1,2024·10
1141	$1,14 \cdot 10^4$	1,2293·10	9,5726	1,2025·10
1142	$1,14 \cdot 10^4$	1,2393·10	9,5321	1,2027·10
1143	$1,14 \cdot 10^4$	1,2416·10	9,4844	1,2029·10
1144	$1,14 \cdot 10^4$	1,2400·10	9,4337	1,2030·10
1145	$1,14 \cdot 10^4$	1,2361·10	9,3862	1,2032·10
1146	$1,14 \cdot 10^4$	1,2334·10	9,3475	1,2034·10
1147	$1,14 \cdot 10^4$	1,2346·10	9,3127	1,2035·10
1148	$1,14 \cdot 10^4$	1,2383·10	9,2764	1,2037·10
1149	$1,14 \cdot 10^4$	1,2414·10	9,2343	1,2039·10
1150	$1,14 \cdot 10^4$	1,2410·10	9,1898	1,2040·10
1151	$1,15 \cdot 10^4$	1,2374·10	9,1472	1,2042·10
1152	$1,15 \cdot 10^4$	1,2259·10	9,1105	1,2043·10
1153	$1,15 \cdot 10^4$	1,2258·10	9,0763	1,2045·10
1154	$1,15 \cdot 10^4$	1,2290·10	9,0402	1,2047·10
1155	$1,15 \cdot 10^4$	1,2327·10	8,9984	1,2048·10

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1156	$1,15 \cdot 10^4$	1,2334·10	8,9542	1,2050·10
1157	$1,15 \cdot 10^4$	1,2328·10	8,9121	1,2051·10
1158	$1,15 \cdot 10^4$	1,2290·10	8,8762	1,2053·10
1159	$1,15 \cdot 10^4$	1,2278·10	8,8430	1,2054·10
1160	$1,15 \cdot 10^4$	1,2303·10	8,8063	1,2055·10
1161	$1,16 \cdot 10^4$	1,2343·10	8,7603	1,2057·10
1162	$1,16 \cdot 10^4$	1,2326·10	8,7103	1,2058·10
1163	$1,16 \cdot 10^4$	1,2305·10	8,6612	1,2060·10
1164	$1,16 \cdot 10^4$	1,2265·10	8,6166	1,2061·10
1165	$1,16 \cdot 10^4$	1,2243·10	8,5740	1,2062·10
1166	$1,16 \cdot 10^4$	1,2259·10	8,5288	1,2064·10
1167	$1,16 \cdot 10^4$	1,2312·10	8,4768	1,2065·10
1168	$1,16 \cdot 10^4$	1,2338·10	8,4218	1,2067·10
1169	$1,16 \cdot 10^4$	1,2328·10	8,3688	1,2068·10
1170	$1,16 \cdot 10^4$	1,2290·10	8,3218	1,2069·10
1171	$1,17 \cdot 10^4$	1,2260·10	8,2773	1,2070·10
1172	$1,17 \cdot 10^4$	1,2281·10	8,2388	1,2072·10
1173	$1,17 \cdot 10^4$	1,2317·10	8,1961	1,2073·10
1174	$1,17 \cdot 10^4$	1,2351·10	8,1586	1,2074·10
1175	$1,17 \cdot 10^4$	1,2352·10	8,1226	1,2076·10
1176	$1,17 \cdot 10^4$	1,2319·10	8,0849	1,2077·10
1177	$1,17 \cdot 10^4$	1,2292·10	8,0464	1,2078·10
1178	$1,17 \cdot 10^4$	1,2285·10	8,0102	1,2079·10
1179	$1,17 \cdot 10^4$	1,2315·10	7,9691	1,2080·10
1180	$1,17 \cdot 10^4$	1,2353·10	7,9213	1,2082·10
1181	$1,18 \cdot 10^4$	1,2365·10	7,8796	1,2083·10
1182	$1,18 \cdot 10^4$	1,2411·10	7,8478	1,2084·10
1183	$1,18 \cdot 10^4$	1,2372·10	7,8203	1,2085·10
1184	$1,18 \cdot 10^4$	1,2355·10	7,7929	1,2086·10
1185	$1,18 \cdot 10^4$	1,2376·10	7,7629	1,2087·10
1186	$1,18 \cdot 10^4$	1,2416·10	7,7318	1,2088·10
1187	$1,18 \cdot 10^4$	1,2343·10	7,7049	1,2090·10
1188	$1,18 \cdot 10^4$	1,2327·10	7,6896	1,2091·10
1189	$1,18 \cdot 10^4$	1,2288·10	7,6766	1,2092·10
1190	$1,18 \cdot 10^4$	1,2261·10	7,6636	1,2093·10
1191	$1,19 \cdot 10^4$	1,2272·10	7,6506	1,2094·10
1192	$1,19 \cdot 10^4$	1,2362·10	7,6377	1,2095·10
1193	$1,19 \cdot 10^4$	1,2393·10	7,6247	1,2096·10
1194	$1,19 \cdot 10^4$	1,2387·10	7,5997	1,2097·10
1195	$1,19 \cdot 10^4$	1,2351·10	7,5657	1,2098·10
1196	$1,19 \cdot 10^4$	1,2318·10	7,5269	1,2099·10
1197	$1,19 \cdot 10^4$	1,2336·10	7,4826	1,2100·10
1198	$1,19 \cdot 10^4$	1,2369·10	7,4359	1,2101·10
1199	$1,19 \cdot 10^4$	1,2405·10	7,3900	1,2102·10
1200	$1,19 \cdot 10^4$	1,2411·10	7,3471	1,2103·10
1201	$1,20 \cdot 10^4$	1,2382·10	7,3055	1,2104·10
1202	$1,20 \cdot 10^4$	1,2306·10	7,2674	1,2105·10
1203	$1,20 \cdot 10^4$	1,2295·10	7,2359	1,2106·10
1204	$1,20 \cdot 10^4$	1,2320·10	7,2073	1,2107·10

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1205	$1,20 \cdot 10^4$	1,2360·10	7,1803	1,2108·10
1206	$1,20 \cdot 10^4$	1,2376·10	7,1550	1,2109·10
1207	$1,20 \cdot 10^4$	1,2355·10	7,1304	1,2109·10
1208	$1,20 \cdot 10^4$	1,2315·10	7,0976	1,2110·10
1209	$1,20 \cdot 10^4$	1,2293·10	7,0470	1,2111·10
1210	$1,20 \cdot 10^4$	1,2310·10	6,9888	1,2112·10
1211	$1,21 \cdot 10^4$	1,2349·10	6,9318	1,2113·10
1212	$1,21 \cdot 10^4$	1,2353·10	6,8823	1,2114·10
1213	$1,21 \cdot 10^4$	1,2342·10	6,8362	1,2115·10
1214	$1,21 \cdot 10^4$	1,2304·10	6,7847	1,2116·10
1215	$1,21 \cdot 10^4$	1,2274·10	6,7332	1,2116·10
1216	$1,21 \cdot 10^4$	1,2279·10	6,6917	1,2117·10
1217	$1,21 \cdot 10^4$	1,2374·10	6,6513	1,2118·10
1218	$1,21 \cdot 10^4$	1,2407·10	6,6157	1,2119·10
1219	$1,21 \cdot 10^4$	1,2407·10	6,5821	1,2120·10
1220	$1,21 \cdot 10^4$	1,2374·10	6,5473	1,2120·10
1221	$1,22 \cdot 10^4$	1,2338·10	6,5085	1,2121·10
1222	$1,22 \cdot 10^4$	1,2245·10	6,4679	1,2122·10
1223	$1,22 \cdot 10^4$	1,2275·10	6,4284	1,2123·10
1224	$1,22 \cdot 10^4$	1,2313·10	6,4060	1,2124·10
1225	$1,22 \cdot 10^4$	1,2324·10	6,3930	1,2124·10
1226	$1,22 \cdot 10^4$	1,2298·10	6,3800	1,2125·10
1227	$1,22 \cdot 10^4$	1,2359·10	6,3661	1,2126·10
1228	$1,22 \cdot 10^4$	1,2342·10	6,3409	1,2127·10
1229	$1,22 \cdot 10^4$	1,2364·10	6,3070	1,2127·10
1230	$1,22 \cdot 10^4$	1,2404·10	6,2580	1,2128·10
1231	$1,23 \cdot 10^4$	1,2425·10	6,2026	1,2129·10
1232	$1,23 \cdot 10^4$	1,2407·10	6,1478	1,2129·10
1233	$1,23 \cdot 10^4$	1,2368·10	6,1050	1,2130·10
1234	$1,23 \cdot 10^4$	1,2342·10	6,0598	1,2131·10
1235	$1,23 \cdot 10^4$	1,2353·10	6,0183	1,2131·10
1236	$1,23 \cdot 10^4$	1,2392·10	5,9930	1,2132·10
1237	$1,23 \cdot 10^4$	1,2406·10	5,9800	1,2133·10
1238	$1,23 \cdot 10^4$	1,2400·10	5,9671	1,2133·10
1239	$1,23 \cdot 10^4$	1,2364·10	5,9419	1,2134·10
1240	$1,23 \cdot 10^4$	1,2331·10	5,9088	1,2135·10
1241	$1,24 \cdot 10^4$	1,2331·10	5,8634	1,2135·10
1242	$1,24 \cdot 10^4$	1,2293·10	5,8154	1,2136·10
1243	$1,24 \cdot 10^4$	1,2329·10	5,7701	1,2137·10
1244	$1,24 \cdot 10^4$	1,2334·10	5,7284	1,2137·10
1245	$1,24 \cdot 10^4$	1,2304·10	5,6872	1,2138·10
1246	$1,24 \cdot 10^4$	1,2266·10	5,6438	1,2139·10
1247	$1,24 \cdot 10^4$	1,2300·10	5,6077	1,2139·10
1248	$1,24 \cdot 10^4$	1,2326·10	5,5818	1,2140·10
1249	$1,24 \cdot 10^4$	1,2366·10	5,5603	1,2140·10
1250	$1,24 \cdot 10^4$	1,2382·10	5,5449	1,2141·10
1251	$1,25 \cdot 10^4$	1,2360·10	5,5319	1,2142·10
1252	$1,25 \cdot 10^4$	1,2270·10	5,5190	1,2142·10
1253	$1,25 \cdot 10^4$	1,2249·10	5,5060	1,2143·10

Продовження табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1254	$1,25 \cdot 10^4$	1,2266·10	5,4865	1,2143·10
1255	$1,25 \cdot 10^4$	1,2305·10	5,4572	1,2144·10
1256	$1,25 \cdot 10^4$	1,2331·10	5,4232	1,2144·10
1257	$1,25 \cdot 10^4$	1,2417·10	5,3834	1,2145·10
1258	$1,25 \cdot 10^4$	1,2379·10	5,3410	1,2145·10
1259	$1,25 \cdot 10^4$	1,2349·10	5,2986	1,2146·10
1260	$1,25 \cdot 10^4$	1,2356·10	5,2576	1,2147·10
1261	$1,26 \cdot 10^4$	1,2392·10	5,2173	1,2147·10
1262	$1,26 \cdot 10^4$	1,2321·10	5,1774	1,2148·10
1263	$1,26 \cdot 10^4$	1,2321·10	5,1378	1,2148·10
1264	$1,26 \cdot 10^4$	1,2287·10	5,0984	1,2149·10
1265	$1,26 \cdot 10^4$	1,2251·10	5,0574	1,2149·10
1266	$1,26 \cdot 10^4$	1,2246·10	5,0132	1,2150·10
1267	$1,26 \cdot 10^4$	1,2354·10	4,9675	1,2150·10
1268	$1,26 \cdot 10^4$	1,2392·10	4,9166	1,2151·10
1269	$1,26 \cdot 10^4$	1,2403·10	4,8554	1,2151·10
1270	$1,26 \cdot 10^4$	1,2376·10	4,8047	1,2152·10
1271	$1,27 \cdot 10^4$	1,2337·10	4,7641	1,2152·10
1272	$1,27 \cdot 10^4$	1,2331·10	4,7205	1,2153·10
1273	$1,27 \cdot 10^4$	1,2354·10	4,6756	1,2153·10
1274	$1,27 \cdot 10^4$	1,2393·10	4,6345	1,2153·10
1275	$1,27 \cdot 10^4$	1,2414·10	4,6097	1,2154·10
1276	$1,27 \cdot 10^4$	1,2397·10	4,5967	1,2154·10
1277	$1,27 \cdot 10^4$	1,2337·10	4,5769	1,2155·10
1278	$1,27 \cdot 10^4$	1,2311·10	4,5282	1,2155·10
1279	$1,27 \cdot 10^4$	1,2324·10	4,4668	1,2156·10
1280	$1,27 \cdot 10^4$	1,2362·10	4,4104	1,2156·10
1281	$1,28 \cdot 10^4$	1,2391·10	4,3731	1,2157·10
1282	$1,28 \cdot 10^4$	1,2387·10	4,3439	1,2157·10
1283	$1,28 \cdot 10^4$	1,2350·10	4,3089	1,2157·10
1284	$1,28 \cdot 10^4$	1,2318·10	4,2559	1,2158·10
1285	$1,28 \cdot 10^4$	1,2319·10	4,1950	1,2158·10
1286	$1,28 \cdot 10^4$	1,2353·10	4,1403	1,2159·10
1287	$1,28 \cdot 10^4$	1,2423·10	4,1036	1,2159·10
1288	$1,28 \cdot 10^4$	1,2427·10	4,0748	1,2159·10
1289	$1,28 \cdot 10^4$	1,2397·10	4,0348	1,2160·10
1290	$1,28 \cdot 10^4$	1,2359·10	3,9868	1,2160·10
1291	$1,29 \cdot 10^4$	1,2349·10	3,9392	1,2161·10
1292	$1,29 \cdot 10^4$	1,2333·10	3,8900	1,2161·10
1293	$1,29 \cdot 10^4$	1,2372·10	3,8420	1,2161·10
1294	$1,29 \cdot 10^4$	1,2387·10	3,7946	1,2162·10
1295	$1,29 \cdot 10^4$	1,2365·10	3,7533	1,2162·10
1296	$1,29 \cdot 10^4$	1,2325·10	3,7166	1,2163·10
1297	$1,29 \cdot 10^4$	1,2336·10	3,7030	1,2163·10
1298	$1,29 \cdot 10^4$	1,2354·10	3,6901	1,2163·10
1299	$1,29 \cdot 10^4$	1,2393·10	3,6771	1,2164·10
1300	$1,29 \cdot 10^4$	1,2418·10	3,6641	1,2164·10
1301	$1,30 \cdot 10^4$	1,2406·10	3,6511	1,2164·10
1302	$1,30 \cdot 10^4$	1,2355·10	3,6382	1,2165·10

### 7.5. Варіанти завдань

Закінчення табл. 7.13

№	$t$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1303	$1,30 \cdot 10^4$	1,2326·10	3,6252	1,2165·10
1304	$1,30 \cdot 10^4$	1,2333·10	3,6122	1,2165·10
1305	$1,30 \cdot 10^4$	1,2370·10	3,5993	1,2166·10
1306	$1,30 \cdot 10^4$	1,2403·10	3,5863	1,2166·10
1307	$1,30 \cdot 10^4$	1,2419·10	3,5733	1,2166·10
1308	$1,30 \cdot 10^4$	1,2385·10	3,5603	1,2167·10
1309	$1,30 \cdot 10^4$	1,2350·10	3,5474	1,2167·10
1310	$1,30 \cdot 10^4$	1,2345·10	3,5344	1,2167·10
1311	$1,31 \cdot 10^4$	1,2376·10	3,5214	1,2168·10
1312	$1,31 \cdot 10^4$	1,2369·10	3,5084	1,2168·10
1313	$1,31 \cdot 10^4$	1,2379·10	3,4955	1,2168·10

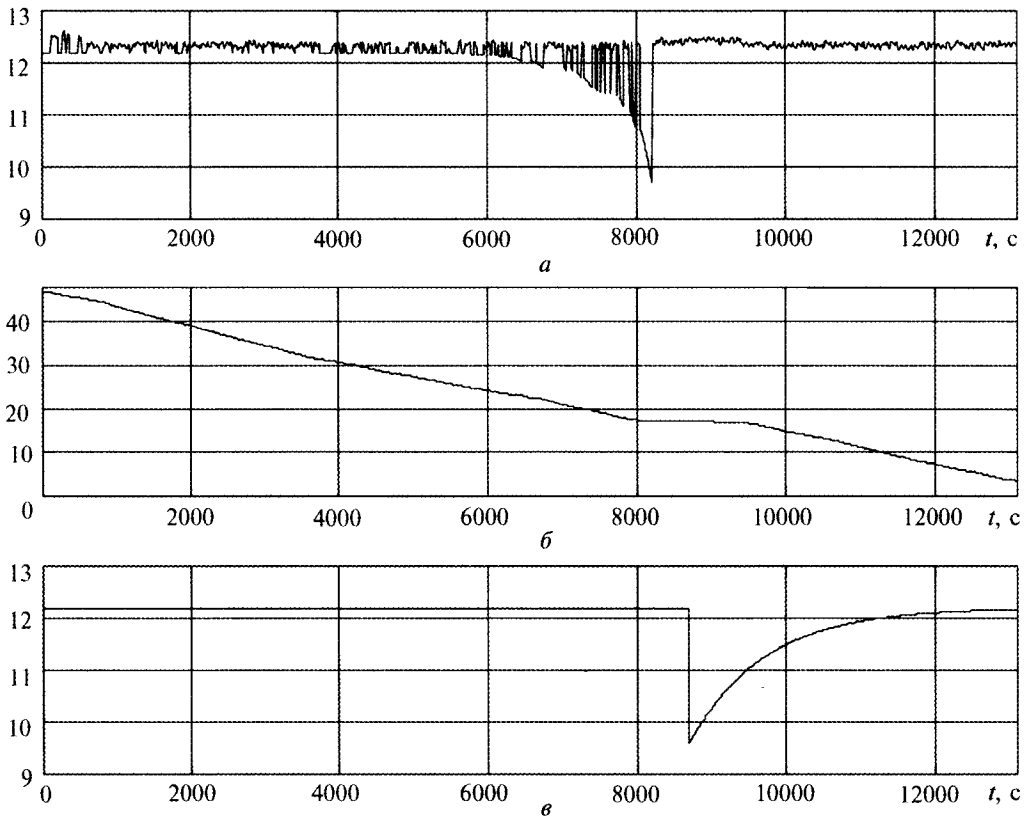


Рис. 7.12. Розподіл критичних функцій за часом для варіанта аварія:

$a$  — напруга бортової мережі, Вт;  $b$  — кількість палива, л;  $e$  — напруга акумуляторної батареї, Вт

Датчик напруги видає неправдиву інформацію про напругу АБ. При зниженні напруги бортової мережі нижче 11,7 Вт ситуація стає нештатною. Після зниження рівня нижче 10,5 Вт обладнання реанімобіля відключається,

ситуація переходить в аварію. Водій зупиняє автомобіль ( $t \approx 8100$  с), включає резервний генератор ( $t \approx 8200$  с) і усуває несправності зарядного пристрою ( $t \approx 8700$  с).

Час аварійної ситуації становить 120 с — від моменту відключення об'єднання до увімкнення резервного генератора. Після усунення несправностей водій відновлює рух, при цьому не відключаючи резервний генератор. Розподіл критичних функцій за часом наведено на рис. 7.12.

За заданими вихідними даними на підставі побудованих формалізацій для відновлених функціональних залежностей напруги  $Y_1$  бортової мережі, кількості  $Y_2$  палива у баку, напруги  $Y_3$  акумуляторної батареї з урахуванням факторів ризику, процедури прогнозу, ресурсу допустимого ризику, прийомів виявлення настання нештатної ситуації побудувати в реальному режимі часу функціонування реанімобіля у вигляді розподілів, аналогічних наведеним на рис. 7.12.

Таблиця 7.14. Вихідні вибірки змінної  $x_i$  для аварійного режиму

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
1	0,00	1,2200·10	3,5000·10 <sup>2</sup>	0,0000	1,0000·10 <sup>2</sup>
2	1,00·10	1,2200·10	7,5001·10	0,0000	5,5769·10 <sup>2</sup>
3	2,00·10	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	5,6580·10 <sup>2</sup>
4	3,00·10	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	5,3062·10 <sup>2</sup>
5	4,00·10	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	4,8450·10 <sup>2</sup>
6	5,00·10	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	4,6985·10 <sup>2</sup>
7	6,00·10	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	5,6199·10 <sup>2</sup>
8	7,00·10	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	6,0937·10 <sup>2</sup>
9	8,00·10	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	6,3027·10 <sup>2</sup>
10	9,00·10	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	6,0549·10 <sup>2</sup>
11	1,00·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	1,6036·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,5780·10 <sup>2</sup>
12	1,10·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	2,0096·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,0489·10 <sup>2</sup>
13	1,20·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	2,1565·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,2367·10 <sup>2</sup>
14	1,30·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	3,6060·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,7072·10 <sup>2</sup>
15	1,40·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	2,6022·10 <sup>2</sup>	0,0000	6,0277·10 <sup>2</sup>
16	1,50·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	2,7925·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,9037·10 <sup>2</sup>
17	1,60·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	2,1516·10 <sup>2</sup>	0,0000	6,0294·10 <sup>2</sup>
18	1,70·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	2,9949·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,6623·10 <sup>2</sup>
19	1,80·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	2,7271·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,7201·10 <sup>2</sup>
20	1,90·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	3,1158·10 <sup>2</sup>	0,0000	6,1498·10 <sup>2</sup>
21	2,00·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	3,3847·10 <sup>2</sup>	0,0000	6,5563·10 <sup>2</sup>
22	2,10·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	3,4847·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,8849·10 <sup>2</sup>
23	2,20·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	1,7445·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,4886·10 <sup>2</sup>
24	2,30·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	7,5033·10	0,0000	5,0510·10 <sup>2</sup>
25	2,40·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	4,9742·10 <sup>2</sup>
26	2,50·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	5,3289·10 <sup>2</sup>
27	2,60·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	5,4714·10 <sup>2</sup>
28	2,70·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	5,6138·10 <sup>2</sup>
29	2,80·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	2,5670·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,3076·10 <sup>2</sup>
30	2,90·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	3,5594·10 <sup>2</sup>	0,0000	4,8344·10 <sup>2</sup>
31	3,00·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	3,9277·10 <sup>2</sup>	0,0000	4,6291·10 <sup>2</sup>
32	3,10·10 <sup>2</sup>	1,2200·10	2,5498·10 <sup>2</sup>	0,0000	5,0001·10 <sup>2</sup>

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
33	$3,20 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,6521 \cdot 10^2$	0,0000	$5,4771 \cdot 10^2$
34	$3,30 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,3188 \cdot 10^2$	0,0000	$5,7410 \cdot 10^2$
35	$3,40 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,1726 \cdot 10^2$	0,0000	$5,5493 \cdot 10^2$
36	$3,50 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,7389 \cdot 10^2$	0,0000	$5,0781 \cdot 10^2$
37	$3,60 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,9493 \cdot 10^2$	0,0000	$5,5682 \cdot 10^2$
38	$3,70 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,2741 \cdot 10^2$	0,0000	$5,6964 \cdot 10^2$
39	$3,80 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,8314 \cdot 10^2$	0,0000	$6,1523 \cdot 10^2$
40	$3,90 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,6669 \cdot 10^2$	0,0000	$6,5168 \cdot 10^2$
41	$4,00 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,7866 \cdot 10^2$	0,0000	$6,4548 \cdot 10^2$
42	$4,10 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,8772 \cdot 10^2$	0,0000	$6,0950 \cdot 10^2$
43	$4,20 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,9109 \cdot 10^2$	0,0000	$5,6907 \cdot 10^2$
44	$4,30 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,8534·10	0,0000	$5,6854 \cdot 10^2$
45	$4,40 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$6,0839 \cdot 10^2$
46	$4,50 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$6,5198 \cdot 10^2$
47	$4,60 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$6,1293 \cdot 10^2$
48	$4,70 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$5,7718 \cdot 10^2$
49	$4,80 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$5,3129 \cdot 10^2$
50	$4,90 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,9149 \cdot 10^2$	0,0000	$5,1745 \cdot 10^2$
51	$5,00 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,0577 \cdot 10^2$	0,0000	$5,4838 \cdot 10^2$
52	$5,10 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,4786 \cdot 10^2$	0,0000	$6,4479 \cdot 10^2$
53	$5,20 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,8069 \cdot 10^2$	0,0000	$6,6493 \cdot 10^2$
54	$5,30 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,3464 \cdot 10^2$	0,0000	$6,3943 \cdot 10^2$
55	$5,40 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,1753 \cdot 10^2$	0,0000	$5,9173 \cdot 10^2$
56	$5,50 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,5069 \cdot 10^2$	0,0000	$5,6568 \cdot 10^2$
57	$5,60 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,1047 \cdot 10^2$	0,0000	$5,5821 \cdot 10^2$
58	$5,70 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$6,0539 \cdot 10^2$
59	$5,80 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$6,3682 \cdot 10^2$
60	$5,90 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$6,2359 \cdot 10^2$
61	$6,00 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,0788 \cdot 10^2$
62	$6,10 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,2287 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4749 \cdot 10^2$
63	$6,20 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,0468 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5411 \cdot 10^2$
64	$6,30 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,3503 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9744 \cdot 10^2$
65	$6,40 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,7250 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3764 \cdot 10^2$
66	$6,50 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,3046 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3775 \cdot 10^2$
67	$6,60 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,1484 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6246 \cdot 10^2$
68	$6,70 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,5484 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1903 \cdot 10^2$
69	$6,80 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,8136 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1219 \cdot 10^2$
70	$6,90 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,9121 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4822 \cdot 10^2$
71	$7,00 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,8546 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9400 \cdot 10^2$
72	$7,10 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,8092 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6932 \cdot 10^2$
73	$7,20 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,7923 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3806 \cdot 10^2$
74	$7,30 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,0748 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9085 \cdot 10^2$
75	$7,40 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,2532 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7109 \cdot 10^2$
76	$7,50 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,3195 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9695 \cdot 10^2$
77	$7,60 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,0582 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0586 \cdot 10^2$
78	$7,70 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,8884 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3154 \cdot 10^2$
79	$7,80 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,8253 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1160 \cdot 10^2$
80	$7,90 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,4037 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6436 \cdot 10^2$
81	$8,00 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5002·10	0,0000	$7,3325 \cdot 10^2$



Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
82	$8,10 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,6011 \cdot 10^2$
83	$8,20 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,2653 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0595 \cdot 10^2$
84	$8,30 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,2671 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4184 \cdot 10^2$
85	$8,40 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,5710 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3480 \cdot 10^2$
86	$8,50 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,2850 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9130 \cdot 10^2$
87	$8,60 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,7032 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0231 \cdot 10^2$
88	$8,70 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,8583 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0262 \cdot 10^2$
89	$8,80 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,5970 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4293 \cdot 10^2$
90	$8,90 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,4187 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8618 \cdot 10^2$
91	$9,00 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,3525 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9260 \cdot 10^2$
92	$9,10 \cdot 10^2$	1,2200·10	$2,0928 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7591 \cdot 10^2$
93	$9,20 \cdot 10^2$	1,2200·10	$1,3104 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3026 \cdot 10^2$
94	$9,30 \cdot 10^2$	1,2200·10	7,5456·10	0,0000	$7,1723 \cdot 10^2$
95	$9,40 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,6233 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4881 \cdot 10^2$
96	$9,50 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,2922 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9596 \cdot 10^2$
97	$9,60 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,7146 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7356 \cdot 10^2$
98	$9,70 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,8271 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4735 \cdot 10^2$
99	$9,80 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,8574 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9964 \cdot 10^2$
100	$9,90 \cdot 10^2$	1,2200·10	$3,8684 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7431 \cdot 10^2$
101	$1,00 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1816 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9464 \cdot 10^2$
102	$1,01 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4300 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3237 \cdot 10^2$
103	$1,02 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,5238 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6315 \cdot 10^2$
104	$1,03 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0386 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4912 \cdot 10^2$
105	$1,04 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7259 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0317 \cdot 10^2$
106	$1,05 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6098 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6755 \cdot 10^2$
107	$1,06 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8862 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4336 \cdot 10^2$
108	$1,07 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0703 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8704 \cdot 10^2$
109	$1,08 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1386 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2678 \cdot 10^2$
110	$1,09 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,7855 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2605 \cdot 10^2$
111	$1,10 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,7297 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8551 \cdot 10^2$
112	$1,11 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,6769 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7594 \cdot 10^2$
113	$1,12 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,6474 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6994 \cdot 10^2$
114	$1,13 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,6170 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0651 \cdot 10^2$
115	$1,14 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,6056 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5205 \cdot 10^2$
116	$1,15 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,2931 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6467 \cdot 10^2$
117	$1,16 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0986 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4949 \cdot 10^2$
118	$1,17 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0263 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0240 \cdot 10^2$
119	$1,18 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3659 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8341 \cdot 10^2$
120	$1,19 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9592 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0998 \cdot 10^2$
121	$1,20 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1304 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5767 \cdot 10^2$
122	$1,21 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5997 \cdot 10^2$	0,0000	$9,0413 \cdot 10^2$
123	$1,22 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9103 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8343 \cdot 10^2$
124	$1,23 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0257 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3607 \cdot 10^2$
125	$1,24 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,2051 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0561 \cdot 10^2$
126	$1,25 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,3064 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2005 \cdot 10^2$
127	$1,26 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,3439 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5045 \cdot 10^2$
128	$1,27 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9159 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8579 \cdot 10^2$
129	$1,28 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6443 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7791 \cdot 10^2$
130	$1,29 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5435 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3407 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
131	$1,30 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,6445 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9456 \cdot 10^2$
132	$1,31 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7174 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1171 \cdot 10^2$
133	$1,32 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7445 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5246 \cdot 10^2$
134	$1,33 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,2257 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9535 \cdot 10^2$
135	$1,34 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,5245 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0093 \cdot 10^2$
136	$1,35 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,6353 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6409 \cdot 10^2$
137	$1,36 \cdot 10^3$	1,2200-10	$4,0363 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4732 \cdot 10^2$
138	$1,37 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,6305 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3511 \cdot 10^2$
139	$1,38 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,7059 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6731 \cdot 10^2$
140	$1,39 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,0985 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1433 \cdot 10^2$
141	$1,40 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,1303 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3293 \cdot 10^2$
142	$1,41 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,6816 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0082 \cdot 10^2$
143	$1,42 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7754 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5314 \cdot 10^2$
144	$1,43 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,6001 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2852 \cdot 10^2$
145	$1,44 \cdot 10^3$	1,2200-10	$4,0014 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4961 \cdot 10^2$
146	$1,45 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,2804 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9701 \cdot 10^2$
147	$1,46 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,9234 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1798 \cdot 10^2$
148	$1,47 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,6043 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0314 \cdot 10^2$
149	$1,48 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,4759 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5697 \cdot 10^2$
150	$1,49 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,3759 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2192 \cdot 10^2$
151	$1,50 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,3386 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3021 \cdot 10^2$
152	$1,51 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,8711 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3008 \cdot 10^2$
153	$1,52 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,5819 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6935 \cdot 10^2$
154	$1,53 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,4746 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6777 \cdot 10^2$
155	$1,54 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7998 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2680 \cdot 10^2$
156	$1,55 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,0136 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8410 \cdot 10^2$
157	$1,56 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,0930 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8116 \cdot 10^2$
158	$1,57 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,3817 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1827 \cdot 10^2$
159	$1,58 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,9288 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6354 \cdot 10^2$
160	$1,59 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,0744 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7535 \cdot 10^2$
161	$1,60 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,9741 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4283 \cdot 10^2$
162	$1,61 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,9302 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2134 \cdot 10^2$
163	$1,62 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,9140 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0313 \cdot 10^2$
164	$1,63 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7473 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3039 \cdot 10^2$
165	$1,64 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,2707 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7806 \cdot 10^2$
166	$1,65 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,4649 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0231 \cdot 10^2$
167	$1,66 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,9577 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0032 \cdot 10^2$
168	$1,67 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,6095 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5287 \cdot 10^2$
169	$1,68 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,6968 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2307 \cdot 10^2$
170	$1,69 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,6024 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3831 \cdot 10^2$
171	$1,70 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,5347 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8458 \cdot 10^2$
172	$1,71 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,5095 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5978 \cdot 10^2$
173	$1,72 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,8315 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5107 \cdot 10^2$
174	$1,73 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,4093 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0690 \cdot 10^2$
175	$1,74 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,2526 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6787 \cdot 10^2$
176	$1,75 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,9360 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6987 \cdot 10^2$
177	$1,76 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,3788 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0567 \cdot 10^2$
178	$1,77 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,5432 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4818 \cdot 10^2$
179	$1,78 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,0008 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5293 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
180	$1,79 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6455 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1555 \cdot 10^2$
181	$1,80 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5136 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7041 \cdot 10^2$
182	$1,81 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1177 \cdot 10^2$	0,0000	$6,7356 \cdot 10^2$
183	$1,82 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3529 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0638 \cdot 10^2$
184	$1,83 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1041 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5324 \cdot 10^2$
185	$1,84 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1108 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7106 \cdot 10^2$
186	$1,85 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1386 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4345 \cdot 10^2$
187	$1,86 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1490 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1715 \cdot 10^2$
188	$1,87 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,0942 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9326 \cdot 10^2$
189	$1,88 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,0588 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1510 \cdot 10^2$
190	$1,89 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,0457 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6259 \cdot 10^2$
191	$1,90 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1821 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9207 \cdot 10^2$
192	$1,91 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,2687 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9924 \cdot 10^2$
193	$1,92 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3009 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5287 \cdot 10^2$
194	$1,93 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5825 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1840 \cdot 10^2$
195	$1,94 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7558 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2752 \cdot 10^2$
196	$1,95 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8201 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7185 \cdot 10^2$
197	$1,96 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,2750 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2236 \cdot 10^2$
198	$1,97 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9276 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1994 \cdot 10^2$
199	$1,98 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0186 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7854 \cdot 10^2$
200	$1,99 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,7700 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3623 \cdot 10^2$
201	$2,00 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5795 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3190 \cdot 10^2$
202	$2,01 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6474 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7155 \cdot 10^2$
203	$2,02 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9607 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1655 \cdot 10^2$
204	$2,03 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1465 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2754 \cdot 10^2$
205	$2,04 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,2154 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9441 \cdot 10^2$
206	$2,05 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8970 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4763 \cdot 10^2$
207	$2,06 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6910 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9790 \cdot 10^2$
208	$2,07 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6146 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2585 \cdot 10^2$
209	$2,08 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7799 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7348 \cdot 10^2$
210	$2,09 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8907 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9700 \cdot 10^2$
211	$2,10 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9319 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7478 \cdot 10^2$
212	$2,11 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6827 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1365 \cdot 10^2$
213	$2,12 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5228 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8451 \cdot 10^2$
214	$2,13 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4635 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0055 \cdot 10^2$
215	$2,14 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1659 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4702 \cdot 10^2$
216	$2,15 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,6114 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8120 \cdot 10^2$
217	$2,16 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,7768 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1444 \cdot 10^2$
218	$2,17 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4549 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6995 \cdot 10^2$
219	$2,18 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,2376 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3141 \cdot 10^2$
220	$2,19 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1569 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3426 \cdot 10^2$
221	$2,20 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1695 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7587 \cdot 10^2$
222	$2,21 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6161 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0353 \cdot 10^2$
223	$2,22 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,2360 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0744 \cdot 10^2$
224	$2,23 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1815 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6954 \cdot 10^2$
225	$2,24 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,8097 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2468 \cdot 10^2$
226	$2,25 \cdot 10^3$	1,2200·10	$4,0430 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1411 \cdot 10^2$
227	$2,26 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0471 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7446 \cdot 10^2$
228	$2,27 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4013 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2116 \cdot 10^2$

### 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
229	$2,28 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,1616 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3819 \cdot 10^2$
230	$2,29 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,7381 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0990 \cdot 10^2$
231	$2,30 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8292 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6230 \cdot 10^2$
232	$2,31 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0524 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9373 \cdot 10^2$
233	$2,32 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9130 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1632 \cdot 10^2$
234	$2,33 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8045 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6388 \cdot 10^2$
235	$2,34 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,7641 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9269 \cdot 10^2$
236	$2,35 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8349 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7625 \cdot 10^2$
237	$2,36 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8831 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9923 \cdot 10^2$
238	$2,37 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9009 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6535 \cdot 10^2$
239	$2,38 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9897 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7529 \cdot 10^2$
240	$2,39 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0435 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1993 \cdot 10^2$
241	$2,40 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0635 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5821 \cdot 10^2$
242	$2,41 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,3780 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0120 \cdot 10^2$
243	$2,42 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,5730 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5938 \cdot 10^2$
244	$2,43 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,6454 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1747 \cdot 10^2$
245	$2,44 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9472 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1398 \cdot 10^2$
246	$2,45 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,5031 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5214 \cdot 10^2$
247	$2,46 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3382 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4559 \cdot 10^2$
248	$2,47 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3415 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5576 \cdot 10^2$
249	$2,48 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3591 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2203 \cdot 10^2$
250	$2,49 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3658 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7542 \cdot 10^2$
251	$2,50 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6317 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5878 \cdot 10^2$
252	$2,51 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,7975 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1491 \cdot 10^2$
253	$2,52 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8590 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6248 \cdot 10^2$
254	$2,53 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0084 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8527 \cdot 10^2$
255	$2,54 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0960 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6231 \cdot 10^2$
256	$2,55 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,1285 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1471 \cdot 10^2$
257	$2,56 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,4083 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2159 \cdot 10^2$
258	$2,57 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,9543 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3842 \cdot 10^2$
259	$2,58 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9970 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8507 \cdot 10^2$
260	$2,59 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,2249 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1866 \cdot 10^2$
261	$2,60 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,3944 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0830 \cdot 10^2$
262	$2,61 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,4575 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3477 \cdot 10^2$
263	$2,62 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,8269 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9675 \cdot 10^2$
264	$2,63 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$4,0523 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0043 \cdot 10^2$
265	$2,64 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$4,1359 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4245 \cdot 10^2$
266	$2,65 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6858 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8416 \cdot 10^2$
267	$2,66 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0097 \cdot 10^2$	0,0000	$8,9944 \cdot 10^2$
268	$2,67 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,4738 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6104 \cdot 10^2$
269	$2,68 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,4455 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1648 \cdot 10^2$
270	$2,69 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8220 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0673 \cdot 10^2$
271	$2,70 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,1070 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4075 \cdot 10^2$
272	$2,71 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,4480 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7362 \cdot 10^2$
273	$2,72 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,0082 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8986 \cdot 10^2$
274	$2,73 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0844 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6089 \cdot 10^2$
275	$2,74 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8038 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1335 \cdot 10^2$
276	$2,75 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0024 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9094 \cdot 10^2$
277	$2,76 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,1715 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1833 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
278	$2,77 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5551 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6595 \cdot 10^2$
279	$2,78 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1532 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9408 \cdot 10^2$
280	$2,79 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,0039 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7685 \cdot 10^2$
281	$2,80 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4461 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3011 \cdot 10^2$
282	$2,81 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7371 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8614 \cdot 10^2$
283	$2,82 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8452 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9691 \cdot 10^2$
284	$2,83 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9499 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4183 \cdot 10^2$
285	$2,84 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0052 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7961 \cdot 10^2$
286	$2,85 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0257 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7550 \cdot 10^2$
287	$2,86 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6847 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3223 \cdot 10^2$
288	$2,87 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4692 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9072 \cdot 10^2$
289	$2,88 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3893 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8808 \cdot 10^2$
290	$2,89 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6181 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2673 \cdot 10^2$
291	$2,90 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7690 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7114 \cdot 10^2$
292	$2,91 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8251 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5901 \cdot 10^2$
293	$2,92 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6044 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2469 \cdot 10^2$
294	$2,93 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4609 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7827 \cdot 10^2$
295	$2,94 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4076 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6243 \cdot 10^2$
296	$2,95 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6264 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9173 \cdot 10^2$
297	$2,96 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7685 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1534 \cdot 10^2$
298	$2,97 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8212 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3738 \cdot 10^2$
299	$2,98 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,2630 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1368 \cdot 10^2$
300	$2,99 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9085 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6604 \cdot 10^2$
301	$3,00 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9821 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3825 \cdot 10^2$
302	$3,01 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1157 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6191 \cdot 10^2$
303	$3,02 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,2204 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0873 \cdot 10^2$
304	$3,03 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,2593 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4171 \cdot 10^2$
305	$3,04 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7271 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3053 \cdot 10^2$
306	$3,05 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1685 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8546 \cdot 10^2$
307	$3,06 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,3433 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0553 \cdot 10^2$
308	$3,07 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6994 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1006 \cdot 10^2$
309	$3,08 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,2796 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5247 \cdot 10^2$
310	$3,09 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1237 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9376 \cdot 10^2$
311	$3,10 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3662 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9598 \cdot 10^2$
312	$3,11 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5329 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4954 \cdot 10^2$
313	$3,12 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5948 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0528 \cdot 10^2$
314	$3,13 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9796 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9636 \cdot 10^2$
315	$3,14 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6661 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3097 \cdot 10^2$
316	$3,15 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4225 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7730 \cdot 10^2$
317	$3,16 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0287 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3526 \cdot 10^2$
318	$3,17 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4313 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0562 \cdot 10^2$
319	$3,18 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,5809 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5816 \cdot 10^2$
320	$3,19 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4192 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3650 \cdot 10^2$
321	$3,20 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,3038 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6056 \cdot 10^2$
322	$3,21 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,2609 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5399 \cdot 10^2$
323	$3,22 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,5433 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8143 \cdot 10^2$
324	$3,23 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,7242 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6342 \cdot 10^2$
325	$3,24 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,7913 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1652 \cdot 10^2$
326	$3,25 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7112 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8385 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
327	$3,26 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,9839 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6759 \cdot 10^2$
328	$3,27 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,0866 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1279 \cdot 10^2$
329	$3,28 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,1249 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5004 \cdot 10^2$
330	$3,29 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,1391 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4509 \cdot 10^2$
331	$3,30 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,1443 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0249 \cdot 10^2$
332	$3,31 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,2135 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5754 \cdot 10^2$
333	$3,32 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,2563 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5574 \cdot 10^2$
334	$3,33 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,2721 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9488 \cdot 10^2$
335	$3,34 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,9245 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3897 \cdot 10^2$
336	$3,35 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7053 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4748 \cdot 10^2$
337	$3,36 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,6239 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4452 \cdot 10^2$
338	$3,37 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7130 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9830 \cdot 10^2$
339	$3,38 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7765 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8326 \cdot 10^2$
340	$3,39 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,8001 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1322 \cdot 10^2$
341	$3,40 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,2649 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6064 \cdot 10^2$
342	$3,41 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,9276 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8705 \cdot 10^2$
343	$3,42 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,0249 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6262 \cdot 10^2$
344	$3,43 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,3026 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1495 \cdot 10^2$
345	$3,44 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,4964 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8785 \cdot 10^2$
346	$3,45 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,5684 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0625 \cdot 10^2$
347	$3,46 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7518 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7719 \cdot 10^2$
348	$3,47 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,1267 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0955 \cdot 10^2$
349	$3,48 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,2687 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9755 \cdot 10^2$
350	$3,49 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,1910 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5221 \cdot 10^2$
351	$3,50 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,1288 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1523 \cdot 10^2$
352	$3,51 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,1056 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3851 \cdot 10^2$
353	$3,52 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,9362 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8129 \cdot 10^2$
354	$3,53 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,8324 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2216 \cdot 10^2$
355	$3,54 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7938 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2354 \cdot 10^2$
356	$3,55 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,1899 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8416 \cdot 10^2$
357	$3,56 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,0238 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3977 \cdot 10^2$
358	$3,57 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,8138 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3168 \cdot 10^2$
359	$3,58 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,6507 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6687 \cdot 10^2$
360	$3,59 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,9234 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1298 \cdot 10^2$
361	$3,60 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,6215 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2763 \cdot 10^2$
362	$3,61 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,8592 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8419 \cdot 10^2$
363	$3,62 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,1239 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3681 \cdot 10^2$
364	$3,63 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,0987 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1591 \cdot 10^2$
365	$3,64 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,2557 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4070 \cdot 10^2$
366	$3,65 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,7787 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8839 \cdot 10^2$
367	$3,66 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,6019 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2425 \cdot 10^2$
368	$3,67 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,0968 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0546 \cdot 10^2$
369	$3,68 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,4235 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5842 \cdot 10^2$
370	$3,69 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,5448 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2636 \cdot 10^2$
371	$3,70 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,6718 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3877 \cdot 10^2$
372	$3,71 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,2220 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7868 \cdot 10^2$
373	$3,72 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,4707 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1540 \cdot 10^2$
374	$3,73 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,1590 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0961 \cdot 10^2$
375	$3,74 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,2733 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6664 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
376	$3,75 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,7306 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2599 \cdot 10^2$
377	$3,76 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5543·10	0,0000	$7,2034 \cdot 10^2$
378	$3,77 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,5996 \cdot 10^2$
379	$3,78 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,0373 \cdot 10^2$
380	$3,79 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,1140 \cdot 10^2$
381	$3,80 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,7593 \cdot 10^2$
382	$3,81 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,9159 \cdot 10^2$
383	$3,82 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,7735 \cdot 10^2$
384	$3,83 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,0797 \cdot 10^2$
385	$3,84 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,5529 \cdot 10^2$
386	$3,85 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,7582 \cdot 10^2$
387	$3,86 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,7489 \cdot 10^2$
388	$3,87 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,2718 \cdot 10^2$
389	$3,88 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,0079 \cdot 10^2$
390	$3,89 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,1996 \cdot 10^2$
391	$3,90 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,6708 \cdot 10^2$
392	$3,91 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8639 \cdot 10^2$	0,0000	$8,9323 \cdot 10^2$
393	$3,92 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5998 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8042 \cdot 10^2$
394	$3,93 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9227 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3483 \cdot 10^2$
395	$3,94 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5549 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9838 \cdot 10^2$
396	$3,95 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,2920 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0458 \cdot 10^2$
397	$3,96 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1943 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5218 \cdot 10^2$
398	$3,97 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,0200 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9260 \cdot 10^2$
399	$3,98 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9201 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9313 \cdot 10^2$
400	$3,99 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6271 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5328 \cdot 10^2$
401	$4,00 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0334 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0968 \cdot 10^2$
402	$4,01 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8990 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2183 \cdot 10^2$
403	$4,02 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8491 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5758 \cdot 10^2$
404	$4,03 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,4163 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0347 \cdot 10^2$
405	$4,04 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5002·10	0,0000	$8,1731 \cdot 10^2$
406	$4,05 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,8637 \cdot 10^2$
407	$4,06 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5001 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5297 \cdot 10^2$
408	$4,07 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,9786 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3282 \cdot 10^2$
409	$4,08 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6168 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5833 \cdot 10^2$
410	$4,09 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9639 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0603 \cdot 10^2$
411	$4,10 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6384 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3208 \cdot 10^2$
412	$4,11 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3564 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7445 \cdot 10^2$
413	$4,12 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,5060 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2727 \cdot 10^2$
414	$4,13 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5916·10	0,0000	$6,9585 \cdot 10^2$
415	$4,14 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,0907 \cdot 10^2$
416	$4,15 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,5478 \cdot 10^2$
417	$4,16 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,9219 \cdot 10^2$
418	$4,17 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,8557 \cdot 10^2$
419	$4,18 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,4223 \cdot 10^2$
420	$4,19 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,8750 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0203 \cdot 10^2$
421	$4,20 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1374 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0192 \cdot 10^2$
422	$4,21 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,8380 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8477 \cdot 10^2$
423	$4,22 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8196 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2819 \cdot 10^2$
424	$4,23 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0426 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3503 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
425	$4,24 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3256 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9900 \cdot 10^2$
426	$4,25 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0491 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5323 \cdot 10^2$
427	$4,26 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9078 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5722 \cdot 10^2$
428	$4,27 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1828 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8848 \cdot 10^2$
429	$4,28 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,3837 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3569 \cdot 10^2$
430	$4,29 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4584 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5545 \cdot 10^2$
431	$4,30 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6585 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2959 \cdot 10^2$
432	$4,31 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1505 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2655 \cdot 10^2$
433	$4,32 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9619 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0086 \cdot 10^2$
434	$4,33 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8682 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2080 \cdot 10^2$
435	$4,34 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4535 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6804 \cdot 10^2$
436	$4,35 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,6709 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9915 \cdot 10^2$
437	$4,36 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,8462 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7377 \cdot 10^2$
438	$4,37 \cdot 10^3$	1,2200·10	$7,5067 \cdot 10$	0,0000	$7,2793 \cdot 10^2$
439	$4,38 \cdot 10^3$	1,2200·10	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,9204 \cdot 10^2$
440	$4,39 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9366 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9908 \cdot 10^2$
441	$4,40 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0453 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4259 \cdot 10^2$
442	$4,41 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4541 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6029 \cdot 10^2$
443	$4,42 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,2523 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5998 \cdot 10^2$
444	$4,43 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0871 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1967 \cdot 10^2$
445	$4,44 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0256 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7642 \cdot 10^2$
446	$4,45 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4324 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7000 \cdot 10^2$
447	$4,46 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,0669 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0246 \cdot 10^2$
448	$4,47 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9312 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4811 \cdot 10^2$
449	$4,48 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1890 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6114 \cdot 10^2$
450	$4,49 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3633 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2956 \cdot 10^2$
451	$4,50 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4280 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8241 \cdot 10^2$
452	$4,51 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,5691 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6523 \cdot 10^2$
453	$4,52 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4985 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9145 \cdot 10^2$
454	$4,53 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6245 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3915 \cdot 10^2$
455	$4,54 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9572 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6448 \cdot 10^2$
456	$4,55 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6383 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4415 \cdot 10^2$
457	$4,56 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3607 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2922 \cdot 10^2$
458	$4,57 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9465 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9843 \cdot 10^2$
459	$4,58 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,3397 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1247 \cdot 10^2$
460	$4,59 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4858 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5842 \cdot 10^2$
461	$4,60 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,7827 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9403 \cdot 10^2$
462	$4,61 \cdot 10^3$	1,2200·10	$7,5059 \cdot 10$	0,0000	$8,1932 \cdot 10^2$
463	$4,62 \cdot 10^3$	1,2200·10	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,7564 \cdot 10^2$
464	$4,63 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1431 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3590 \cdot 10^2$
465	$4,64 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,3395 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3664 \cdot 10^2$
466	$4,65 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,7826 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7717 \cdot 10^2$
467	$4,66 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5789 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8131 \cdot 10^2$
468	$4,67 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7945 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8731 \cdot 10^2$
469	$4,68 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8757 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5074 \cdot 10^2$
470	$4,69 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8989 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0520 \cdot 10^2$
471	$4,70 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9101 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9258 \cdot 10^2$
472	$4,71 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,4690 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3864 \cdot 10^2$
473	$4,72 \cdot 10^3$	1,2200·10	$7,5841 \cdot 10$	0,0000	$7,8573 \cdot 10^2$



№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
474	$4,73 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,0471 \cdot 10^2$
475	$4,74 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,7815 \cdot 10^2$
476	$4,75 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,3045 \cdot 10^2$
477	$4,76 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,4159 \cdot 10^2$
478	$4,77 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,6230 \cdot 10^2$
479	$4,78 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,9316·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,0965 \cdot 10^2$
480	$4,79 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,7660·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,4011 \cdot 10^2$
481	$4,80 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,0744·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,2567 \cdot 10^2$
482	$4,81 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,0239·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,5461 \cdot 10^2$
483	$4,82 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,3369·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,1927 \cdot 10^2$
484	$4,83 \cdot 10^3$	1,2200·10	9,8462·10	0,0000	$7,2715 \cdot 10^2$
485	$4,84 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,4910·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,7099 \cdot 10^2$
486	$4,85 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,8171·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,1050 \cdot 10^2$
487	$4,86 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,9278·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,3000 \cdot 10^2$
488	$4,87 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,9237·10	0,0000	$7,8924 \cdot 10^2$
489	$4,88 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,4636 \cdot 10^2$
490	$4,89 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,4077 \cdot 10^2$
491	$4,90 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,9454·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,7762 \cdot 10^2$
492	$4,91 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,1151·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,6555 \cdot 10^2$
493	$4,92 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,5465·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,7776 \cdot 10^2$
494	$4,93 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,2676·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,4556 \cdot 10^2$
495	$4,94 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,4258·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,9855 \cdot 10^2$
496	$4,95 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,1132·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,7995 \cdot 10^2$
497	$4,96 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,3100·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,0907 \cdot 10^2$
498	$4,97 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,0891·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,5675 \cdot 10^2$
499	$4,98 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,3784·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,8136 \cdot 10^2$
500	$4,99 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,3941·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,6028 \cdot 10^2$
501	$5,00 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,3765·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,1287 \cdot 10^2$
502	$5,01 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,3698·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,5127 \cdot 10^2$
503	$5,02 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,6230·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,6611 \cdot 10^2$
504	$5,03 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,1561·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,1228 \cdot 10^2$
505	$5,04 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,9828·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,4733 \cdot 10^2$
506	$5,05 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,2938·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,3904 \cdot 10^2$
507	$5,06 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,5051·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,6814 \cdot 10^2$
508	$5,07 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,5835·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,2887 \cdot 10^2$
509	$5,08 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,1119·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,3045 \cdot 10^2$
510	$5,09 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,8092·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,7143 \cdot 10^2$
511	$5,10 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,6968·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,1412 \cdot 10^2$
512	$5,11 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,6185·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,3567 \cdot 10^2$
513	$5,12 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,5802·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,9855 \cdot 10^2$
514	$5,13 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,5661·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,5328 \cdot 10^2$
515	$5,14 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,7782·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,4148 \cdot 10^2$
516	$5,15 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,5385·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,7399 \cdot 10^2$
517	$5,16 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,8207·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,6568 \cdot 10^2$
518	$5,17 \cdot 10^3$	1,2200·10	3,0362·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,8390 \cdot 10^2$
519	$5,18 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,5182·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,5663 \cdot 10^2$
520	$5,19 \cdot 10^3$	1,2200·10	2,3258·10 <sup>2</sup>	0,0000	$8,0896 \cdot 10^2$
521	$5,20 \cdot 10^3$	1,2200·10	1,3402·10 <sup>2</sup>	0,0000	$7,8471 \cdot 10^2$
522	$5,21 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5004·10	0,0000	$8,0889 \cdot 10^2$

### 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
523	$5,22 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,5000-10	0,0000	$8,5634 \cdot 10^2$
524	$5,23 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,5762 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8614 \cdot 10^2$
525	$5,24 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,8863 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7090 \cdot 10^2$
526	$5,25 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,5280 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2463 \cdot 10^2$
527	$5,26 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,4443 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6031 \cdot 10^2$
528	$5,27 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,2030 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6902 \cdot 10^2$
529	$5,28 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,5000-10	0,0000	$8,1319 \cdot 10^2$
530	$5,29 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,7416 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5222 \cdot 10^2$
531	$5,30 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,4265 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5021 \cdot 10^2$
532	$5,31 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,6779 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9869 \cdot 10^2$
533	$5,32 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,7531 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5618 \cdot 10^2$
534	$5,33 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,1501 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5143 \cdot 10^2$
535	$5,34 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,5001-10	0,0000	$7,8881 \cdot 10^2$
536	$5,35 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,5000-10	0,0000	$8,3395 \cdot 10^2$
537	$5,36 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,5079 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7921 \cdot 10^2$
538	$5,37 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,5973 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4638 \cdot 10^2$
539	$5,38 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,1994 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9952 \cdot 10^2$
540	$5,39 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,5679 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8170 \cdot 10^2$
541	$5,40 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,7047 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0931 \cdot 10^2$
542	$5,41 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,2785 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6027 \cdot 10^2$
543	$5,42 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,6247 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8416 \cdot 10^2$
544	$5,43 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,7532 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6232 \cdot 10^2$
545	$5,44 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,6840 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1483 \cdot 10^2$
546	$5,45 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,0024 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8535 \cdot 10^2$
547	$5,46 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,7493 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1577 \cdot 10^2$
548	$5,47 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,1998 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6215 \cdot 10^2$
549	$5,48 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,5059 \cdot 10^2$	0,0000	$8,9662 \cdot 10^2$
550	$5,49 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,6197 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8750 \cdot 10^2$
551	$5,50 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,2138 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4317 \cdot 10^2$
552	$5,51 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,9489 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1738 \cdot 10^2$
553	$5,52 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,8505 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1980 \cdot 10^2$
554	$5,53 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,0054 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6120 \cdot 10^2$
555	$5,54 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,1117 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0352 \cdot 10^2$
556	$5,55 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,1512 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0784 \cdot 10^2$
557	$5,56 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,1951 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4993 \cdot 10^2$
558	$5,57 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,5000-10	0,0000	$7,0493 \cdot 10^2$
559	$5,58 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,5000-10	0,0000	$6,9394 \cdot 10^2$
560	$5,59 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,5000-10	0,0000	$7,2707 \cdot 10^2$
561	$5,60 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,6409 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7385 \cdot 10^2$
562	$5,61 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,8281 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8684 \cdot 10^2$
563	$5,62 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,1968 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5888 \cdot 10^2$
564	$5,63 \cdot 10^3$	1,2200-10	$4,0360 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1125 \cdot 10^2$
565	$5,64 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,5130 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8773 \cdot 10^2$
566	$5,65 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,5859 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0995 \cdot 10^2$
567	$5,66 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,4696 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4132 \cdot 10^2$
568	$5,67 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,9506-10	0,0000	$8,7047 \cdot 10^2$
569	$5,68 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,5000-10	0,0000	$8,5443 \cdot 10^2$
570	$5,69 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,5000-10	0,0000	$8,0796 \cdot 10^2$
571	$5,70 \cdot 10^3$	1,2200-10	7,5000-10	0,0000	$7,7378 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
572	$5,71 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3944 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2210 \cdot 10^2$
573	$5,72 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,8270 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6658 \cdot 10^2$
574	$5,73 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,5205 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0512 \cdot 10^2$
575	$5,74 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,4427 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0227 \cdot 10^2$
576	$5,75 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3657 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6066 \cdot 10^2$
577	$5,76 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3370 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9890 \cdot 10^2$
578	$5,77 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,1502 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9500 \cdot 10^2$
579	$5,78 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,0360 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3290 \cdot 10^2$
580	$5,79 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,9937 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7775 \cdot 10^2$
581	$5,80 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,7135 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8833 \cdot 10^2$
582	$5,81 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5027 \cdot 10$	0,0000	$7,6710 \cdot 10^2$
583	$5,82 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,2040 \cdot 10^2$
584	$5,83 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,4093 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0337 \cdot 10^2$
585	$5,84 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,8125 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3166 \cdot 10^2$
586	$5,85 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,5068 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7927 \cdot 10^2$
587	$5,86 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,7737 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7901 \cdot 10$
588	$5,87 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,7853 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5642 \cdot 10^2$
589	$5,88 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,4097 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0886 \cdot 10^2$
590	$5,89 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5075 \cdot 10$	0,0000	$7,8006 \cdot 10^2$
591	$5,90 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,9649 \cdot 10^2$
592	$5,91 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,8647 \cdot 10^2$
593	$5,92 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,2035 \cdot 10^2$
594	$5,93 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,1040 \cdot 10^2$
595	$5,94 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,6577 \cdot 10^2$
596	$5,95 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,8528 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2748 \cdot 10^2$
597	$5,96 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3985 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9392 \cdot 10^2$
598	$5,97 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6005 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3573 \cdot 10^2$
599	$5,98 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9126 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7765 \cdot 10^2$
600	$5,99 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0889 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8113 \cdot 10^2$
601	$6,00 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,1542 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4298 \cdot 10^2$
602	$6,01 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8274 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3985 \cdot 10^2$
603	$6,02 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6166 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2969 \cdot 10^2$
604	$6,03 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,5383 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6342 \cdot 10^2$
605	$6,04 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,1245 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1003 \cdot 10^2$
606	$6,05 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,8728 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2666 \cdot 10^2$
607	$6,06 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,7795 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5403 \cdot 10^2$
608	$6,07 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,4041 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0645 \cdot 10^2$
609	$6,08 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,5672 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8367 \cdot 10^2$
610	$6,09 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,7809 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0663 \cdot 10^2$
611	$6,10 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8846 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5422 \cdot 10^2$
612	$6,11 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,8101 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8031 \cdot 10^2$
613	$6,12 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,3728 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6348 \cdot 10^2$
614	$6,13 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,8161 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1683 \cdot 10^2$
615	$6,14 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,1352 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8325 \cdot 10^2$
616	$6,15 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,2538 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9361 \cdot 10^2$
617	$6,16 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,6323 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6229 \cdot 10^2$
618	$6,17 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,2318 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0031 \cdot 10^2$
619	$6,18 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,0831 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9663 \cdot 10^2$
620	$6,19 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,9434 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5461 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
621	$6,20 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4961 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1290 \cdot 10^2$
622	$6,21 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7014 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6147 \cdot 10^2$
623	$6,22 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,3621 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9987 \cdot 10^2$
624	$6,23 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5001·10	0,0000	$8,4444 \cdot 10^2$
625	$6,24 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,5419 \cdot 10^2$
626	$6,25 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,6433 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2016 \cdot 10^2$
627	$6,26 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6386 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3756 \cdot 10^2$
628	$6,27 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9963 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2131 \cdot 10^2$
629	$6,28 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,7126 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5028 \cdot 10^2$
630	$6,29 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5234·10	0,0000	$7,9783 \cdot 10^2$
631	$6,30 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,2024 \cdot 10^2$
632	$6,31 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,5323 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8922 \cdot 10^2$
633	$6,32 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,2403 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4160 \cdot 10^2$
634	$6,33 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4868 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1348 \cdot 10^2$
635	$6,34 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,4911 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3070 \cdot 10^2$
636	$6,35 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5048·10	0,0000	$7,7744 \cdot 10^2$
637	$6,36 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,8494 \cdot 10^2$
638	$6,37 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,7417 \cdot 10^2$
639	$6,38 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,2924 \cdot 10^2$
640	$6,39 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,9147 \cdot 10^2$
641	$6,40 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,9558 \cdot 10^2$
642	$6,41 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,5016 \cdot 10^2$
643	$6,42 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,9167 \cdot 10^2$
644	$6,43 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,9431 \cdot 10^2$
645	$6,44 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,5565 \cdot 10^2$
646	$6,45 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,1124 \cdot 10^2$
647	$6,46 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9867 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7173 \cdot 10^2$
648	$6,47 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8426 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0605 \cdot 10^2$
649	$6,48 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1593 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5248 \cdot 10^2$
650	$6,49 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,5952 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6832 \cdot 10^2$
651	$6,50 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,8380 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3902 \cdot 10^2$
652	$6,51 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,9280 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2655 \cdot 10^2$
653	$6,52 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9814 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0451 \cdot 10^2$
654	$6,53 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4213 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2821 \cdot 10^2$
655	$6,54 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,5846 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7585 \cdot 10^2$
656	$6,55 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0525 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0363 \cdot 10^2$
657	$6,56 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7039 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8343 \cdot 10^2$
658	$6,57 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5744 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3661 \cdot 10^2$
659	$6,58 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1990 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0363 \cdot 10^2$
660	$6,59 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5555·10	0,0000	$7,1481 \cdot 10^2$
661	$6,60 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,5988 \cdot 10^2$
662	$6,61 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,5448 \cdot 10^2$
663	$6,62 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,4996 \cdot 10^2$
664	$6,63 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,0755 \cdot 10^2$
665	$6,64 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,4702 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6625 \cdot 10^2$
666	$6,65 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,1696 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6404 \cdot 10^2$
667	$6,66 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4056 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3404 \cdot 10^2$
668	$6,67 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,2169 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7829 \cdot 10^2$
669	$6,68 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,8721 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
670	$6,69 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,5260 \cdot 10^2$
671	$6,70 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$7,0627 \cdot 10^2$
672	$6,71 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,7798 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4083 \cdot 10^2$
673	$6,72 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,0169 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7046 \cdot 10^2$
674	$6,73 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,7855 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1793 \cdot 10^2$
675	$6,74 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,6181 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3959 \cdot 10^2$
676	$6,75 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,5558 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1553 \cdot 10^2$
677	$6,76 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5842 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8772 \cdot 10^2$
678	$6,77 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,2341 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6028 \cdot 10^2$
679	$6,78 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4753 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7829 \cdot 10^2$
680	$6,79 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,8212 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2519 \cdot 10^2$
681	$6,80 \cdot 10^3$	1,2200·10	$4,0149 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5786 \cdot 10^2$
682	$6,81 \cdot 10^3$	1,2200·10	$4,0867 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0084 \cdot 10^2$
683	$6,82 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,6015 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5563 \cdot 10^2$
684	$6,83 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7471 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1838 \cdot 10^2$
685	$6,84 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8012 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2333 \cdot 10^2$
686	$6,85 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,0986 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6593 \cdot 10^2$
687	$6,86 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8605 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9999 \cdot 10^2$
688	$6,87 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5750 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0179 \cdot 10^2$
689	$6,88 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4325 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6265 \cdot 10^2$
690	$6,89 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3705 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1855 \cdot 10^2$
691	$6,90 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3476 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1005 \cdot 10^2$
692	$6,91 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7899 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9914 \cdot 10^2$
693	$6,92 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1471 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4536 \cdot 10^2$
694	$6,93 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,4033 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6041 \cdot 10^2$
695	$6,94 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,7510 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3044 \cdot 10^2$
696	$6,95 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,9444 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8302 \cdot 10^2$
697	$6,96 \cdot 10^3$	1,2200·10	$4,0160 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4078 \cdot 10^2$
698	$6,97 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5861 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6521 \cdot 10^2$
699	$6,98 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9021 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1289 \cdot 10^2$
700	$6,99 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,3338 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3998 \cdot 10^2$
701	$7,00 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,7315 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2158 \cdot 10^2$
702	$7,01 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0355 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9320 \cdot 10^2$
703	$7,02 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,1486 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6083 \cdot 10^2$
704	$7,03 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,9189 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7284 \cdot 10^2$
705	$7,04 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,1382 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1817 \cdot 10^2$
706	$7,05 \cdot 10^3$	1,2200·10	7,5000·10	0,0000	$8,5516 \cdot 10^2$
707	$7,06 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,8786 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6927 \cdot 10^2$
708	$7,07 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5551 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2648 \cdot 10^2$
709	$7,08 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8054 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8561 \cdot 10^2$
710	$7,09 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,7226 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8424 \cdot 10^2$
711	$7,10 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4834 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2362 \cdot 10^2$
712	$7,11 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,5880 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8722 \cdot 10^2$
713	$7,12 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,9324 \cdot 10^2$	0,0000	$8,9531 \cdot 10^2$
714	$7,13 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,0692 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6012 \cdot 10^2$
715	$7,14 \cdot 10^3$	1,2200·10	$1,7205 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1401 \cdot 10^2$
716	$7,15 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,4151 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9936 \cdot 10^2$
717	$7,16 \cdot 10^3$	1,2200·10	$2,8832 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8733 \cdot 10^2$
718	$7,17 \cdot 10^3$	1,2200·10	$3,0570 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3470 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
719	$7,18 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0129 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5561 \cdot 10^2$
720	$7,19 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9687 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3082 \cdot 10^2$
721	$7,20 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9522 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8313 \cdot 10^2$
722	$7,21 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,1972 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8991 \cdot 10^2$
723	$7,22 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,7260 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0870 \cdot 10^2$
724	$7,23 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,5511 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5575 \cdot 10^2$
725	$7,24 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,5831 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8780 \cdot 10^2$
726	$7,25 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,6198 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7539 \cdot 10^2$
727	$7,26 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,6335 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6647 \cdot 10^2$
728	$7,27 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,7490 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2975 \cdot 10^2$
729	$7,28 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,5306 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3554 \cdot 10^2$
730	$7,29 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,9000 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7851 \cdot 10^2$
731	$7,30 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,1434 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1916 \cdot 10^2$
732	$7,31 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,7444 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7126 \cdot 10^2$
733	$7,32 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,7782 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3163 \cdot 10^2$
734	$7,33 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,8787 \cdot 10^2$
735	$7,34 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,5833 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8020 \cdot 10^2$
736	$7,35 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,6807 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1567 \cdot 10^2$
737	$7,36 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5774 \cdot 10$	0,0000	$8,9088 \cdot 10^2$
738	$7,37 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$9,0513 \cdot 10^2$
739	$7,38 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,7451 \cdot 10^2$
740	$7,39 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$9,9178 \cdot 10$	0,0000	$8,2719 \cdot 10^2$
741	$7,40 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,1747 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0666 \cdot 10^2$
742	$7,41 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,4734 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7337 \cdot 10^2$
743	$7,42 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,1422 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2106 \cdot 10^2$
744	$7,43 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,5325 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4746 \cdot 10^2$
745	$7,44 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,6772 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2828 \cdot 10^2$
746	$7,45 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6816 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8117 \cdot 10^2$
747	$7,46 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,0444 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9275 \cdot 10^2$
748	$7,47 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,8078 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0557 \cdot 10^2$
749	$7,48 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,7105 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5116 \cdot 10^2$
750	$7,49 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,2982 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8761 \cdot 10^2$
751	$7,50 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,5164 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8140 \cdot 10^2$
752	$7,51 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3843 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2970 \cdot 10^2$
753	$7,52 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,6546 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8927 \cdot 10^2$
754	$7,53 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,3837 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8874 \cdot 10^2$
755	$7,54 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,5452 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2859 \cdot 10^2$
756	$7,55 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8466 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7218 \cdot 10^2$
757	$7,56 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,1423 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1378 \cdot 10^2$
758	$7,57 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3984 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7803 \cdot 10^2$
759	$7,58 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,9845 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3214 \cdot 10^2$
760	$7,59 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9774 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1830 \cdot 10^2$
761	$7,60 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,7797 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4924 \cdot 10^2$
762	$7,61 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,4969 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3383 \cdot 10^2$
763	$7,62 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6069 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5398 \cdot 10^2$
764	$7,63 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,5693 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2847 \cdot 10^2$
765	$7,64 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$4,0624 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8077 \cdot 10^2$
766	$7,65 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6101 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5472 \cdot 10^2$
767	$7,66 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,9767 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1707 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
768	$7,67 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6312 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6425 \cdot 10^2$
769	$7,68 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3764 \cdot 10^2$	0,0000	$8,9567 \cdot 10^2$
770	$7,69 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8703 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8245 \cdot 10^2$
771	$7,70 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,2038 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3673 \cdot 10^2$
772	$7,71 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,3277 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4023 \cdot 10^2$
773	$7,72 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6630 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4686 \cdot 10^2$
774	$7,73 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,2351 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9019 \cdot 10^2$
775	$7,74 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,0762 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3039 \cdot 10^2$
776	$7,75 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8516 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3050 \cdot 10^2$
777	$7,76 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,4166 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3826 \cdot 10^2$
778	$7,77 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,2548 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9484 \cdot 10^2$
779	$7,78 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,4998 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8800 \cdot 10^2$
780	$7,79 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,8373 \cdot 10$	0,0000	$8,2404 \cdot 10^2$
781	$7,80 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,6981 \cdot 10^2$
782	$7,81 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,1307 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8438 \cdot 10^2$
783	$7,82 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,7810 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5312 \cdot 10^2$
784	$7,83 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,9146 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0591 \cdot 10^2$
785	$7,84 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,7156 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8615 \cdot 10^2$
786	$7,85 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,7924 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1201 \cdot 10^2$
787	$7,86 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,0314 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3402 \cdot 10^2$
788	$7,87 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9254 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5971 \cdot 10^2$
789	$7,88 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8362 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3977 \cdot 10^2$
790	$7,89 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8030 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9253 \cdot 10^2$
791	$7,90 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6462 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6142 \cdot 10^2$
792	$7,91 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,3176 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9308 \cdot 10^2$
793	$7,92 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5006 \cdot 10$	0,0000	$7,3891 \cdot 10^2$
794	$7,93 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,5567 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7481 \cdot 10^2$
795	$7,94 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,1154 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6777 \cdot 10^2$
796	$7,95 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3125 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2426 \cdot 10^2$
797	$7,96 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,1676 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9392 \cdot 10^2$
798	$7,97 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,9424 \cdot 10^2$
799	$7,98 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,3455 \cdot 10^2$
800	$7,99 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,8295 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7780 \cdot 10^2$
801	$8,00 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,9229 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8422 \cdot 10^2$
802	$8,01 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,3240 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0220 \cdot 10^2$
803	$8,02 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,6649 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5654 \cdot 10^2$
804	$8,03 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,7450 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4352 \cdot 10^2$
805	$8,04 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8576 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7509 \cdot 10^2$
806	$8,05 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,8998 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2224 \cdot 10^2$
807	$8,06 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,8728 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1194 \cdot 10^2$
808	$8,07 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,4296 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8573 \cdot 10^2$
809	$8,08 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5042 \cdot 10$	0,0000	$7,3803 \cdot 10^2$
810	$8,09 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,1269 \cdot 10^2$
811	$8,10 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,6734 \cdot 10$	0,0000	$6,2302 \cdot 10^2$
812	$8,11 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,0282 \cdot 10^{-4}$	0,0000	$7,6415 \cdot 10^2$
813	$8,12 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$6,3175 \cdot 10^{-10}$	0,0000	$7,9494 \cdot 10^2$
814	$8,13 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$3,8816 \cdot 10^{-15}$	0,0000	$7,8091 \cdot 10^2$
815	$8,14 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$2,3849 \cdot 10^{-20}$	0,0000	$7,3496 \cdot 10^2$
816	$8,15 \cdot 10^3$	$1,2200 \cdot 10$	$1,4653 \cdot 10^{-25}$	0,0000	$6,9934 \cdot 10^2$

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
817	$8,16 \cdot 10^3$	1,2200-10	$9,0036 \cdot 10^{-31}$	0,0000	$6,0347 \cdot 10^2$
818	$8,17 \cdot 10^3$	1,2200-10	$5,5320 \cdot 10^{-36}$	0,0000	$6,4714 \cdot 10^2$
819	$8,18 \cdot 10^3$	1,2200-10	$3,3989 \cdot 10^{-41}$	0,0000	$6,8688 \cdot 10^2$
820	$8,19 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,0884 \cdot 10^{-46}$	0,0000	$6,8614 \cdot 10^2$
821	$8,20 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,2831 \cdot 10^{-51}$	0,0000	$6,4561 \cdot 10^2$
822	$8,21 \cdot 10^3$	1,2200-10	$7,8840 \cdot 10^{-57}$	0,0000	$7,0441 \cdot 10^2$
823	$8,22 \cdot 10^3$	1,2200-10	$4,8441 \cdot 10^{-62}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9842 \cdot 10^2$
824	$8,23 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,9763 \cdot 10^{-67}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3500 \cdot 10^2$
825	$8,24 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,8287 \cdot 10^{-72}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8053 \cdot 10^2$
826	$8,25 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,1236 \cdot 10^{-77}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9315 \cdot 10^2$
827	$8,26 \cdot 10^3$	1,2200-10	$6,9036 \cdot 10^{-83}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3336 \cdot 10^2$
828	$8,27 \cdot 10^3$	1,2200-10	$4,2417 \cdot 10^{-88}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8628 \cdot 10^2$
829	$8,28 \cdot 10^3$	1,2200-10	$2,6062 \cdot 10^{-93}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,6729 \cdot 10^2$
830	$8,29 \cdot 10^3$	1,2200-10	$1,6013 \cdot 10^{-98}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9386 \cdot 10^2$
831	$8,30 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4155 \cdot 10^2$
832	$8,31 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0729 \cdot 10^2$
833	$8,32 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8658 \cdot 10^2$
834	$8,33 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3922 \cdot 10^2$
835	$8,34 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,0877 \cdot 10^2$
836	$8,35 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,2320 \cdot 10^2$
837	$8,36 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4193 \cdot 10^2$
838	$8,37 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7727 \cdot 10^2$
839	$8,38 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6939 \cdot 10^2$
840	$8,39 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2554 \cdot 10^2$
841	$8,40 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8604 \cdot 10^2$
842	$8,41 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1160 \cdot 10^2$
843	$8,42 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5236 \cdot 10^2$
844	$8,43 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9524 \cdot 10^2$
845	$8,44 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0082 \cdot 10^2$
846	$8,45 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6397 \cdot 10^2$
847	$8,46 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9449 \cdot 10^2$
848	$8,47 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8228 \cdot 10^2$
849	$8,48 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1449 \cdot 10^2$
850	$8,49 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6150 \cdot 10^2$
851	$8,50 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8010 \cdot 10^2$
852	$8,51 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3634 \cdot 10^2$
853	$8,52 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8865 \cdot 10^2$
854	$8,53 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,6404 \cdot 10^2$
855	$8,54 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8513 \cdot 10^2$
856	$8,55 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3253 \cdot 10^2$
857	$8,56 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3673 \cdot 10^2$
858	$8,57 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2189 \cdot 10^2$
859	$8,58 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7572 \cdot 10^2$
860	$8,59 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4067 \cdot 10^2$
861	$8,60 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4897 \cdot 10^2$
862	$8,61 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4588 \cdot 10^2$
863	$8,62 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8514 \cdot 10^2$
864	$8,63 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8356 \cdot 10^2$
865	$8,64 \cdot 10^3$	1,2200-10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4259 \cdot 10^2$



№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
866	$8,65 \cdot 10^3$	1,2200·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9989 \cdot 10^2$
867	$8,66 \cdot 10^3$	1,2200·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3401 \cdot 10^2$
868	$8,67 \cdot 10^3$	1,2200·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7113 \cdot 10^2$
869	$8,68 \cdot 10^3$	1,2200·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1640 \cdot 10^2$
870	$8,69 \cdot 10^3$	1,2200·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2820 \cdot 10^{22}$
871	$8,70 \cdot 10^3$	9,6081	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9568 \cdot 10^2$
872	$8,71 \cdot 10^3$	9,6339	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,1119 \cdot 10^2$
873	$8,72 \cdot 10^3$	9,6594	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,9298 \cdot 10^2$
874	$8,73 \cdot 10^3$	9,6847	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,2024 \cdot 10^2$
875	$8,74 \cdot 10^3$	9,7097	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,6791 \cdot 10^2$
876	$8,75 \cdot 10^3$	9,7345	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9216 \cdot 10^2$
877	$8,76 \cdot 10^3$	9,7590	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1852 \cdot 10^2$
878	$8,77 \cdot 10^3$	9,7833	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7107 \cdot 10^2$
879	$8,78 \cdot 10^3$	9,8073	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4127 \cdot 10^2$
880	$8,79 \cdot 10^3$	9,8311	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5651 \cdot 10^2$
881	$8,80 \cdot 10^3$	9,8547	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0278 \cdot 10^2$
882	$8,81 \cdot 10^3$	9,8781	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4325 \cdot 10^2$
883	$8,82 \cdot 10^3$	9,9012	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3454 \cdot 10^2$
884	$8,83 \cdot 10^3$	9,9240	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9037 \cdot 10^2$
885	$8,84 \cdot 10^3$	9,9467	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5134 \cdot 10^2$
886	$8,85 \cdot 10^3$	9,9691	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5334 \cdot 10^2$
887	$8,86 \cdot 10^3$	9,9913	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4277 \cdot 10^2$
888	$8,87 \cdot 10^3$	1,0013·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8528 \cdot 10^2$
889	$8,88 \cdot 10^3$	1,0035·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9002 \cdot 10^2$
890	$8,89 \cdot 10^3$	1,0056·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5264 \cdot 10^2$
891	$8,90 \cdot 10^3$	1,0077·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,0750 \cdot 10^2$
892	$8,91 \cdot 10^3$	1,0099·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,0342 \cdot 10^2$
893	$8,92 \cdot 10^3$	1,0119·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3625 \cdot 10^2$
894	$8,93 \cdot 10^3$	1,0140·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8311 \cdot 10^2$
895	$8,94 \cdot 10^3$	1,0161·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0093 \cdot 10^2$
896	$8,95 \cdot 10^3$	1,0181·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7332 \cdot 10^2$
897	$8,96 \cdot 10^3$	1,0201·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,1540 \cdot 10^2$
898	$8,97 \cdot 10^3$	1,0221·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,9152 \cdot 10^2$
899	$8,98 \cdot 10^3$	1,0241·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,1336 \cdot 10^2$
900	$8,99 \cdot 10^3$	1,0260·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,6085 \cdot 10^2$
901	$9,00 \cdot 10^3$	1,0279·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9032 \cdot 10^2$
902	$9,01 \cdot 10^3$	1,0298·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7595 \cdot 10^2$
903	$9,02 \cdot 10^3$	1,0317·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,2957 \cdot 10^2$
904	$9,03 \cdot 10^3$	1,0336·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,9510 \cdot 10^2$
905	$9,04 \cdot 10^3$	1,0355·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,0423 \cdot 10^2$
906	$9,05 \cdot 10^3$	1,0373·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4856 \cdot 10^2$
907	$9,06 \cdot 10^3$	1,0391·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2574 \cdot 10^2$
908	$9,07 \cdot 10^3$	1,0409·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2332 \cdot 10^2$
909	$9,08 \cdot 10^3$	1,0427·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8192 \cdot 10^2$
910	$9,09 \cdot 10^3$	1,0445·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3961 \cdot 10^2$
911	$9,10 \cdot 10^3$	1,0462·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3528 \cdot 10^2$
912	$9,11 \cdot 10^3$	1,0479·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4025 \cdot 10^2$
913	$9,12 \cdot 10^3$	1,0497·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8526 \cdot 10^2$
914	$9,13 \cdot 10^3$	1,0513·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9624 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
915	$9,14 \cdot 10^3$	1,0530·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6311 \cdot 10^2$
916	$9,15 \cdot 10^3$	1,0547·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1633 \cdot 10^2$
917	$9,16 \cdot 10^3$	1,0563·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,9626 \cdot 10^2$
918	$9,17 \cdot 10^3$	1,0580·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,2421 \cdot 10^2$
919	$9,18 \cdot 10^3$	1,0596·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7184 \cdot 10^2$
920	$9,19 \cdot 10^3$	1,0612·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9536 \cdot 10^2$
921	$9,20 \cdot 10^3$	1,0627·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7314 \cdot 10^2$
922	$9,21 \cdot 10^3$	1,0643·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8816 \cdot 10^2$
923	$9,22 \cdot 10^3$	1,0659·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5902 \cdot 10^2$
924	$9,23 \cdot 10^3$	1,0674·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7506 \cdot 10^2$
925	$9,24 \cdot 10^3$	1,0689·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2153 \cdot 10^2$
926	$9,25 \cdot 10^3$	1,0704·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5571 \cdot 10^2$
927	$9,26 \cdot 10^3$	1,0719·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7108 \cdot 10^2$
928	$9,27 \cdot 10^3$	1,0734·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,2659 \cdot 10^2$
929	$9,28 \cdot 10^3$	1,0748·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,8806 \cdot 10^2$
930	$9,29 \cdot 10^3$	1,0763·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,9090 \cdot 10^2$
931	$9,30 \cdot 10^3$	1,0777·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3251 \cdot 10^2$
932	$9,31 \cdot 10^3$	1,0791·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4168 \cdot 10^2$
933	$9,32 \cdot 10^3$	1,0805·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4558 \cdot 10^2$
934	$9,33 \cdot 10^3$	1,0819·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0768 \cdot 10^2$
935	$9,34 \cdot 10^3$	1,0833·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,6282 \cdot 10^2$
936	$9,35 \cdot 10^3$	1,0846·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5225 \cdot 10^2$
937	$9,36 \cdot 10^3$	1,0860·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,0674 \cdot 10^2$
938	$9,37 \cdot 10^3$	1,0873·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5343 \cdot 10^2$
939	$9,38 \cdot 10^3$	1,0886·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7047 \cdot 10^2$
940	$9,39 \cdot 10^3$	1,0899·10	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4217 \cdot 10^2$
941	$9,40 \cdot 10^3$	1,0912·10	$5,9153 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0457 \cdot 10^2$
942	$9,41 \cdot 10^3$	1,0925·10	$7,4999 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2111 \cdot 10^2$
943	$9,42 \cdot 10^3$	1,0938·10	$1,1250 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4370 \cdot 10^2$
944	$9,43 \cdot 10^3$	1,0950·10	$7,5142 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9126 \cdot 10^2$
945	$9,44 \cdot 10^3$	1,0963·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2007 \cdot 10^2$
946	$9,45 \cdot 10^3$	1,0975·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0363 \cdot 10^2$
947	$9,46 \cdot 10^3$	1,0987·10	$1,9484 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3012 \cdot 10^2$
948	$9,47 \cdot 10^3$	1,0999·10	$3,1348 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9624 \cdot 10^2$
949	$9,48 \cdot 10^3$	1,1011·10	$3,5722 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0619 \cdot 10^2$
950	$9,49 \cdot 10^3$	1,1023·10	$3,1339 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5082 \cdot 10^2$
951	$9,50 \cdot 10^3$	1,1035·10	$2,8179 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8911 \cdot 10^2$
952	$9,51 \cdot 10^3$	1,1046·10	$2,7004 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3549 \cdot 10^2$
953	$9,52 \cdot 10^3$	1,1058·10	$1,4295 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9367 \cdot 10^2$
954	$9,53 \cdot 10^3$	1,1069·10	$7,5005 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5176 \cdot 10^2$
955	$9,54 \cdot 10^3$	1,1081·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4828 \cdot 10^2$
956	$9,55 \cdot 10^3$	1,1092·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8643 \cdot 10^2$
957	$9,56 \cdot 10^3$	1,1103·10	$1,8993 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0030 \cdot 10^2$
958	$9,57 \cdot 10^3$	1,1114·10	$2,1266 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1045 \cdot 10^2$
959	$9,58 \cdot 10^3$	1,1124·10	$1,8360 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7672 \cdot 10^2$
960	$9,59 \cdot 10^3$	1,1135·10	$1,6325 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3011 \cdot 10^2$
961	$9,60 \cdot 10^3$	1,1146·10	$1,5569 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1348 \cdot 10^2$
962	$9,61 \cdot 10^3$	1,1156·10	$2,9624 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1691 \cdot 10^2$
963	$9,62 \cdot 10^3$	1,1167·10	$3,8496 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6448 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
964	$9,63 \cdot 10^3$	1,1177·10	$2,5477 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8726 \cdot 10^2$
965	$9,64 \cdot 10^3$	1,1187·10	$2,4743 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6430 \cdot 10^2$
966	$9,65 \cdot 10^3$	1,1197·10	$2,4930 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1671 \cdot 10^2$
967	$9,66 \cdot 10^3$	1,1207·10	$2,4998 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9514 \cdot 10^2$
968	$9,67 \cdot 10^3$	1,1217·10	$2,1746 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1197 \cdot 10^2$
969	$9,68 \cdot 10^3$	1,1227·10	$1,9703 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5862 \cdot 10^2$
970	$9,69 \cdot 10^3$	1,1236·10	$1,8944 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9221 \cdot 10^2$
971	$9,70 \cdot 10^3$	1,1246·10	$3,0952 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8184 \cdot 10^2$
972	$9,71 \cdot 10^3$	1,1255·10	$2,9936 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0633 \cdot 10^2$
973	$9,72 \cdot 10^3$	1,1265·10	$2,9559 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6830 \cdot 10^2$
974	$9,73 \cdot 10^3$	1,1274·10	$3,1905 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7199 \cdot 10^2$
975	$9,74 \cdot 10^3$	1,1283·10	$3,3409 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1401 \cdot 10^2$
976	$9,75 \cdot 10^3$	1,1293·10	$3,3968 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5572 \cdot 10^2$
977	$9,76 \cdot 10^3$	1,1302·10	$2,1585 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,9159 \cdot 10^2$
978	$9,77 \cdot 10^3$	1,1310·10	$1,3778 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5319 \cdot 10^2$
979	$9,78 \cdot 10^3$	1,1319·10	$1,0880 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0862 \cdot 10^2$
980	$9,79 \cdot 10^3$	1,1328·10	$1,8892 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9888 \cdot 10^2$
981	$9,80 \cdot 10^3$	1,1337·10	$2,4196 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3290 \cdot 10^2$
982	$9,81 \cdot 10^3$	1,1345·10	$2,6164 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8412 \cdot 10^2$
983	$9,82 \cdot 10^3$	1,1354·10	$2,0767 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0036 \cdot 10^2$
984	$9,83 \cdot 10^3$	1,1362·10	$1,7201 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7139 \cdot 10^2$
985	$9,84 \cdot 10^3$	1,1371·10	$1,5877 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2384 \cdot 10^2$
986	$9,85 \cdot 10^3$	1,1379·10	$2,5523 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0143 \cdot 10^2$
987	$9,86 \cdot 10^3$	1,1387·10	$3,1689 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8484 \cdot 10^2$
988	$9,87 \cdot 10^3$	1,1395·10	$3,3978 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3246 \cdot 10^2$
989	$9,88 \cdot 10^3$	1,1403·10	$2,6455 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6059 \cdot 10^2$
990	$9,89 \cdot 10^3$	1,1411·10	$2,1527 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4336 \cdot 10^2$
991	$9,90 \cdot 10^3$	1,1419·10	$1,9697 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9662 \cdot 10^2$
992	$9,91 \cdot 10^3$	1,1427·10	$3,5498 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5159 \cdot 10^2$
993	$9,92 \cdot 10^3$	1,1434·10	$2,6350 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6237 \cdot 10^2$
994	$9,93 \cdot 10^3$	1,1442·10	$2,8499 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0729 \cdot 10^2$
995	$9,94 \cdot 10^3$	1,1449·10	$2,1395 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4507 \cdot 10^2$
996	$9,95 \cdot 10^3$	1,1457·10	$2,8959 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4096 \cdot 10^2$
997	$9,96 \cdot 10^3$	1,1464·10	$2,5975 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1962 \cdot 10^2$
998	$9,97 \cdot 10^3$	1,1472·10	$3,3701 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7811 \cdot 10^2$
999	$9,98 \cdot 10^3$	1,1479·10	$3,8823 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7547 \cdot 10^2$
1000	$9,99 \cdot 10^3$	1,1486·10	$4,0725 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1413 \cdot 10^2$
1001	$1,00 \cdot 10^4$	1,1493·10	$3,0931 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5854 \cdot 10^2$
1002	$1,00 \cdot 10^4$	1,1500·10	$2,4618 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5544 \cdot 10^2$
1003	$1,00 \cdot 10^4$	1,1507·10	$2,2274 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2112 \cdot 10^2$
1004	$1,00 \cdot 10^4$	1,1514·10	$9,3974 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7469 \cdot 10^2$
1005	$1,00 \cdot 10^4$	1,1521·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5885 \cdot 10^2$
1006	$1,00 \cdot 10^4$	1,1528·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8815 \cdot 10^2$
1007	$1,00 \cdot 10^4$	1,1534·10	$1,2071 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8602 \cdot 10^2$
1008	$1,00 \cdot 10^4$	1,1541·10	$2,2486 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0805 \cdot 10^2$
1009	$1,00 \cdot 10^4$	1,1547·10	$2,5544 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8435 \cdot 10^2$
1010	$1,00 \cdot 10^4$	1,1554·10	$2,2141 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3671 \cdot 10^2$
1011	$1,01 \cdot 10^4$	1,1560·10	$1,9719 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0892 \cdot 10^2$
1012	$1,01 \cdot 10^4$	1,1567·10	$1,8819 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8879 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
1013	$1,01 \cdot 10^4$	1,1573·10	7,7607·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3561 \cdot 10^2$
1014	$1,01 \cdot 10^4$	1,1579·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6859 \cdot 10^2$
1015	$1,01 \cdot 10^4$	1,1585·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5741 \cdot 10^2$
1016	$1,01 \cdot 10^4$	1,1592·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1234 \cdot 10^2$
1017	$1,01 \cdot 10^4$	1,1598·10	$2,0680 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3269 \cdot 10^2$
1018	$1,01 \cdot 10^4$	1,1604·10	$2,3503 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3722 \cdot 10^2$
1019	$1,01 \cdot 10^4$	1,1609·10	$2,4878 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7963 \cdot 10^2$
1020	$1,01 \cdot 10^4$	1,1615·10	$2,5470 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2093 \cdot 10^2$
1021	$1,02 \cdot 10^4$	1,1621·10	$2,5689 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2314 \cdot 10^2$
1022	$1,02 \cdot 10^4$	1,1627·10	$2,0651 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4503 \cdot 10^2$
1023	$1,02 \cdot 10^4$	1,1633·10	$1,7476 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0078 \cdot 10^2$
1024	$1,02 \cdot 10^4$	1,1638·10	$1,6297 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9186 \cdot 10^2$
1025	$1,02 \cdot 10^4$	1,1644·10	$2,9859 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2647 \cdot 10^2$
1026	$1,02 \cdot 10^4$	1,1649·10	$3,8463 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7280 \cdot 10^2$
1027	$1,02 \cdot 10^4$	1,1655·10	$2,6795 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1125 \cdot 10^2$
1028	$1,02 \cdot 10^4$	1,1660·10	$2,5317 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8161 \cdot 10^2$
1029	$1,02 \cdot 10^4$	1,1666·10	$1,4876 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3415 \cdot 10^2$
1030	$1,02 \cdot 10^4$	1,1671·10	$1,0978 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1249 \cdot 10^2$
1031	$1,03 \cdot 10^4$	1,1676·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3655 \cdot 10^2$
1032	$1,03 \cdot 10^4$	1,1681·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8922 \cdot 10^2$
1033	$1,03 \cdot 10^4$	1,1687·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1666 \cdot 10^2$
1034	$1,03 \cdot 10^4$	1,1692·10	$1,0670 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9865 \cdot 10^2$
1035	$1,03 \cdot 10^4$	1,1697·10	$1,8714 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5175 \cdot 10^2$
1036	$1,03 \cdot 10^4$	1,1702·10	$2,0435 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1907 \cdot 10^2$
1037	$1,03 \cdot 10^4$	1,1707·10	$2,4267 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0463 \cdot 10^2$
1038	$1,03 \cdot 10^4$	1,1712·10	$2,6504 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4984 \cdot 10^2$
1039	$1,03 \cdot 10^4$	1,1716·10	$2,7333 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8709 \cdot 10^2$
1040	$1,03 \cdot 10^4$	1,1721·10	$2,0374 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8214 \cdot 10^2$
1041	$1,04 \cdot 10^4$	1,1726·10	$1,5938 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3954 \cdot 10^2$
1042	$1,04 \cdot 10^4$	1,1731·10	$1,4291 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5073 \cdot 10^2$
1043	$1,04 \cdot 10^4$	1,1735·10	$1,5615 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4893 \cdot 10^2$
1044	$1,04 \cdot 10^4$	1,1740·10	$1,6601 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8808 \cdot 10^2$
1045	$1,04 \cdot 10^4$	1,1745·10	$1,6968 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3217 \cdot 10^2$
1046	$1,04 \cdot 10^4$	1,1749·10	8,5128·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4068 \cdot 10^2$
1047	$1,04 \cdot 10^4$	1,1754·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3797 \cdot 10^2$
1048	$1,04 \cdot 10^4$	1,1758·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9175 \cdot 10^2$
1049	$1,04 \cdot 10^4$	1,1762·10	$2,9330 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7670 \cdot 10^2$
1050	$1,04 \cdot 10^4$	1,1767·10	$2,6003 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0667 \cdot 10^2$
1051	$1,05 \cdot 10^4$	1,1771·10	$2,9131 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5409 \cdot 10^2$
1052	$1,05 \cdot 10^4$	1,1775·10	$3,0018 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8061 \cdot 10^2$
1053	$1,05 \cdot 10^4$	1,1780·10	$3,0261 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5618 \cdot 10^2$
1054	$1,05 \cdot 10^4$	1,1784·10	$3,0349 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0850 \cdot 10^2$
1055	$1,05 \cdot 10^4$	1,1788·10	$2,5822 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8141 \cdot 10^2$
1056	$1,05 \cdot 10^4$	1,1792·10	7,9308·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9981 \cdot 10^2$
1057	$1,05 \cdot 10^4$	1,1796·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5881 \cdot 10^2$
1058	$1,05 \cdot 10^4$	1,1800·10	$2,7645 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9118 \cdot 10^2$
1059	$1,05 \cdot 10^4$	1,1804·10	$2,5749 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7917 \cdot 10^2$
1060	$1,05 \cdot 10^4$	1,1808·10	$2,8400 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3383 \cdot 10^2$
1061	$1,06 \cdot 10^4$	1,1812·10	$2,7902 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9685 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
1062	$1,06 \cdot 10^4$	1,1816·10	$1,5046 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7628 \cdot 10^2$
1063	$1,06 \cdot 10^4$	1,1820·10	7,5974·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1907 \cdot 10^2$
1064	$1,06 \cdot 10^4$	1,1823·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5994 \cdot 10^2$
1065	$1,06 \cdot 10^4$	1,1827·10	$1,5250 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6131 \cdot 10^2$
1066	$1,06 \cdot 10^4$	1,1831·10	$1,6109 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2193 \cdot 10^2$
1067	$1,06 \cdot 10^4$	1,1834·10	$2,3323 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3952 \cdot 10^2$
1068	$1,06 \cdot 10^4$	1,1838·10	$2,7759 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3143 \cdot 10^2$
1069	$1,06 \cdot 10^4$	1,1842·10	$2,9405 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6662 \cdot 10^2$
1070	$1,06 \cdot 10^4$	1,1845·10	$2,2950 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1273 \cdot 10^2$
1071	$1,07 \cdot 10^4$	1,1849·10	$1,8752 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2738 \cdot 10^2$
1072	$1,07 \cdot 10^4$	1,1852·10	$1,7193 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3014 \cdot 10^2$
1073	$1,07 \cdot 10^4$	1,1856·10	$2,9971 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2193 \cdot 10^2$
1074	$1,07 \cdot 10^4$	1,1859·10	$3,8120 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6186 \cdot 10^2$
1075	$1,07 \cdot 10^4$	1,1862·10	$4,1145 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8665 \cdot 10^2$
1076	$1,07 \cdot 10^4$	1,1866·10	$4,1323 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3434 \cdot 10^2$
1077	$1,07 \cdot 10^4$	1,1869·10	$4,1147 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1913 \cdot 10^2$
1078	$1,07 \cdot 10^4$	1,1872·10	$4,1080 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0034 \cdot 10^2$
1079	$1,07 \cdot 10^4$	1,1876·10	$2,0471 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5329 \cdot 10^2$
1080	$1,07 \cdot 10^4$	1,1879·10	7,5226·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2124 \cdot 10^2$
1081	$1,08 \cdot 10^4$	1,1882·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3365 \cdot 10^2$
1082	$1,08 \cdot 10^4$	1,1885·10	$2,6076 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5194 \cdot 10^2$
1083	$1,08 \cdot 10^4$	1,1888·10	$3,4419 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8866 \cdot 10^2$
1084	$1,08 \cdot 10^4$	1,1891·10	$2,7003 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8287 \cdot 10^2$
1085	$1,08 \cdot 10^4$	1,1895·10	$2,9998 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3989 \cdot 10^2$
1086	$1,08 \cdot 10^4$	1,1898·10	$3,1566 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9925 \cdot 10^2$
1087	$1,08 \cdot 10^4$	1,1901·10	$3,2147 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0024 \cdot 10^2$
1088	$1,08 \cdot 10^4$	1,1904·10	$3,9293 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3986 \cdot 10^2$
1089	$1,08 \cdot 10^4$	1,1907·10	$2,6054 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8362 \cdot 10^2$
1090	$1,08 \cdot 10^4$	1,1909·10	$2,7022 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9129 \cdot 10^2$
1091	$1,09 \cdot 10^4$	1,1912·10	$2,4393 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5582 \cdot 10^2$
1092	$1,09 \cdot 10^4$	1,1915·10	$2,2654 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2050 \cdot 10^2$
1093	$1,09 \cdot 10^4$	1,1918·10	$2,2008 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0626 \cdot 10^2$
1094	$1,09 \cdot 10^4$	1,1921·10	$2,5757 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3688 \cdot 10^2$
1095	$1,09 \cdot 10^4$	1,1924·10	$2,8165 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8421 \cdot 10^2$
1096	$1,09 \cdot 10^4$	1,1926·10	$2,9059 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$9,0473 \cdot 10^2$
1097	$1,09 \cdot 10^4$	1,1929·10	$2,7715 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1030 \cdot 10^2$
1098	$1,09 \cdot 10^4$	1,1932·10	$2,6788 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6260 \cdot 10^2$
1099	$1,09 \cdot 10^4$	1,1934·10	$2,6444 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3620 \cdot 10^2$
1100	$1,09 \cdot 10^4$	1,1937·10	$2,1963 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5538 \cdot 10^2$
1101	$1,10 \cdot 10^4$	1,1940·10	$1,9191 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0250 \cdot 10^2$
1102	$1,10 \cdot 10^4$	1,1942·10	$3,0480 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2218 \cdot 10^2$
1103	$1,10 \cdot 10^4$	1,1945·10	$3,6637 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0936 \cdot 10^2$
1104	$1,10 \cdot 10^4$	1,1947·10	$4,0655 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6377 \cdot 10^2$
1105	$1,10 \cdot 10^4$	1,1950·10	$2,5351 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2732 \cdot 10^2$
1106	$1,10 \cdot 10^4$	1,1952·10	$2,2334 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3353 \cdot 10^2$
1107	$1,10 \cdot 10^4$	1,1955·10	$2,0510 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2777 \cdot 10^2$
1108	$1,10 \cdot 10^4$	1,1957·10	$1,9832 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6820 \cdot 10^2$
1109	$1,10 \cdot 10^4$	1,1960·10	$2,0000 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6873 \cdot 10^2$
1110	$1,10 \cdot 10^4$	1,1962·10	$2,0169 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2887 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
1111	$1,11 \cdot 10^4$	1,1964·10	$2,0232 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8528 \cdot 10^2$
1112	$1,11 \cdot 10^4$	1,1967·10	$2,7333 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1422 \cdot 10^2$
1113	$1,11 \cdot 10^4$	1,1969·10	$3,1774 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4997 \cdot 10^2$
1114	$1,11 \cdot 10^4$	1,1971·10	$3,3422 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9586 \cdot 10^2$
1115	$1,11 \cdot 10^4$	1,1974·10	$2,3387 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0970 \cdot 10^2$
1116	$1,11 \cdot 10^4$	1,1976·10	$2,8402 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7876 \cdot 10^2$
1117	$1,11 \cdot 10^4$	1,1978·10	$2,4430 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6652 \cdot 10^2$
1118	$1,11 \cdot 10^4$	1,1980·10	$2,0798 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4638 \cdot 10^2$
1119	$1,11 \cdot 10^4$	1,1982·10	$2,0458 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7189 \cdot 10^2$
1120	$1,11 \cdot 10^4$	1,1985·10	$3,1493 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1959 \cdot 10^2$
1121	$1,12 \cdot 10^4$	1,1987·10	$3,2674 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4563 \cdot 10^2$
1122	$1,12 \cdot 10^4$	1,1989·10	$3,2567 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2587 \cdot 10^2$
1123	$1,12 \cdot 10^4$	1,1991·10	$2,6910 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7869 \cdot 10^2$
1124	$1,12 \cdot 10^4$	1,1993·10	$2,0493 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4727 \cdot 10^2$
1125	$1,12 \cdot 10^4$	1,1995·10	$2,7329 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6050 \cdot 10^2$
1126	$1,12 \cdot 10^4$	1,1997·10	$2,4707 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0621 \cdot 10^2$
1127	$1,12 \cdot 10^4$	1,1999·10	$3,2044 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8617 \cdot 10^2$
1128	$1,12 \cdot 10^4$	1,2001·10	$3,6887 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7955 \cdot 10^2$
1129	$1,12 \cdot 10^4$	1,2003·10	$3,8686 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3621 \cdot 10^2$
1130	$1,12 \cdot 10^4$	1,2005·10	$4,1611 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9601 \cdot 10^2$
1131	$1,13 \cdot 10^4$	1,2007·10	$2,5783 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9591 \cdot 10^2$
1132	$1,13 \cdot 10^4$	1,2009·10	$2,6149 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4625 \cdot 10^2$
1133	$1,13 \cdot 10^4$	1,2011·10	$2,4492 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8967 \cdot 10^2$
1134	$1,13 \cdot 10^4$	1,2013·10	$2,3420 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9651 \cdot 10^2$
1135	$1,13 \cdot 10^4$	1,2015·10	$2,3021 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6047 \cdot 10^2$
1136	$1,13 \cdot 10^4$	1,2016·10	$2,1816 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1470 \cdot 10^2$
1137	$1,13 \cdot 10^4$	1,2018·10	$2,1099 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7392 \cdot 10^2$
1138	$1,13 \cdot 10^4$	1,2020·10	$2,0833 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0519 \cdot 10^2$
1139	$1,13 \cdot 10^4$	1,2022·10	$2,2074 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5240 \cdot 10^2$
1140	$1,13 \cdot 10^4$	1,2024·10	$2,2877 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7215 \cdot 10^2$
1141	$1,14 \cdot 10^4$	1,2025·10	$2,3175 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4629 \cdot 10^2$
1142	$1,14 \cdot 10^4$	1,2027·10	$2,8167 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2585 \cdot 10^2$
1143	$1,14 \cdot 10^4$	1,2029·10	$3,1264 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0016 \cdot 10^2$
1144	$1,14 \cdot 10^4$	1,2030·10	$3,2414 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2011 \cdot 10^2$
1145	$1,14 \cdot 10^4$	1,2032·10	$2,6375 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6735 \cdot 10^2$
1146	$1,14 \cdot 10^4$	1,2034·10	$2,2485 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9845 \cdot 10^2$
1147	$1,14 \cdot 10^4$	1,2035·10	$2,1040 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8362 \cdot 10^2$
1148	$1,14 \cdot 10^4$	1,2037·10	$2,4861 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3778 \cdot 10^2$
1149	$1,14 \cdot 10^4$	1,2039·10	$2,7391 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0189 \cdot 10^2$
1150	$1,14 \cdot 10^4$	1,2040·10	$2,8331 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0893 \cdot 10^2$
1151	$1,15 \cdot 10^4$	1,2042·10	$2,4374 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5244 \cdot 10^2$
1152	$1,15 \cdot 10^4$	1,2043·10	$2,1808 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8993 \cdot 10^2$
1153	$1,15 \cdot 10^4$	1,2045·10	$2,0855 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8962 \cdot 10^2$
1154	$1,15 \cdot 10^4$	1,2047·10	$2,4690 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4931 \cdot 10^2$
1155	$1,15 \cdot 10^4$	1,2048·10	$2,7181 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0606 \cdot 10^2$
1156	$1,15 \cdot 10^4$	1,2050·10	$2,8107 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9964 \cdot 10^2$
1157	$1,15 \cdot 10^4$	1,2051·10	$2,3912 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0682 \cdot 10^2$
1158	$1,15 \cdot 10^4$	1,2053·10	$2,1198 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5247 \cdot 10^2$
1159	$1,15 \cdot 10^4$	1,2054·10	$2,0190 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6550 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
1160	$1,15 \cdot 10^4$	1,2055·10	2,6522·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3392 \cdot 10^2$
1161	$1,16 \cdot 10^4$	1,2057·10	3,0583·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8677 \cdot 10^2$
1162	$1,16 \cdot 10^4$	1,2058·10	3,2091·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0860 \cdot 10^2$
1163	$1,16 \cdot 10^4$	1,2060·10	2,9129·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3482 \cdot 10^2$
1164	$1,16 \cdot 10^4$	1,2061·10	2,7131·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8252 \cdot 10^2$
1165	$1,16 \cdot 10^4$	1,2062·10	2,6389·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$9,0785 \cdot 10^2$
1166	$1,16 \cdot 10^4$	1,2064·10	3,1041·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8752 \cdot 10^2$
1167	$1,16 \cdot 10^4$	1,2065·10	3,4025·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2359 \cdot 10^2$
1168	$1,16 \cdot 10^4$	1,2067·10	3,5132·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9281 \cdot 10^2$
1169	$1,16 \cdot 10^4$	1,2068·10	3,1085·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0685 \cdot 10^2$
1170	$1,16 \cdot 10^4$	1,2069·10	2,8446·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5280 \cdot 10^2$
1171	$1,17 \cdot 10^4$	1,2070·10	2,7466·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8841 \cdot 10^2$
1172	$1,17 \cdot 10^4$	1,2072·10	1,9722·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6095 \cdot 10^2$
1173	$1,17 \cdot 10^4$	1,2073·10	2,5119·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1727 \cdot 10^2$
1174	$1,17 \cdot 10^4$	1,2074·10	2,2158·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7753 \cdot 10^2$
1175	$1,17 \cdot 10^4$	1,2076·10	2,3040·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7827 \cdot 10^2$
1176	$1,17 \cdot 10^4$	1,2077·10	2,3874·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1880 \cdot 10^2$
1177	$1,17 \cdot 10^4$	1,2078·10	2,4185·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5042 \cdot 10^2$
1178	$1,17 \cdot 10^4$	1,2079·10	2,0320·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5642 \cdot 10^2$
1179	$1,17 \cdot 10^4$	1,2080·10	3,0905·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1983 \cdot 10^2$
1180	$1,17 \cdot 10^4$	1,2082·10	2,9343·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7430 \cdot 10^2$
1181	$1,18 \cdot 10^4$	1,2083·10	2,2177·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6169 \cdot 10^2$
1182	$1,18 \cdot 10^4$	1,2084·10	1,7839·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0720 \cdot 10^2$
1183	$1,18 \cdot 10^4$	1,2085·10	1,6230·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5428 \cdot 10^2$
1184	$1,18 \cdot 10^4$	1,2086·10	1,7835·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7327 \cdot 10^2$
1185	$1,18 \cdot 10^4$	1,2087·10	1,8993·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4670 \cdot 10^2$
1186	$1,18 \cdot 10^4$	1,2088·10	1,9423·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9900 \cdot 10^2$
1187	$1,18 \cdot 10^4$	1,2090·10	1,2743·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8753 \cdot 10^2$
1188	$1,18 \cdot 10^4$	1,2091·10	7,5006·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0825 \cdot 10^2$
1189	$1,18 \cdot 10^4$	1,2092·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5560 \cdot 10^2$
1190	$1,18 \cdot 10^4$	1,2093·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8606 \cdot 10^2$
1191	$1,19 \cdot 10^4$	1,2094·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7162 \cdot 10^2$
1192	$1,19 \cdot 10^4$	1,2095·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6310 \cdot 10^2$
1193	$1,19 \cdot 10^4$	1,2096·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2776 \cdot 10^2$
1194	$1,19 \cdot 10^4$	1,2097·10	1,9535·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3564 \cdot 10^2$
1195	$1,19 \cdot 10^4$	1,2098·10	2,2279·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7949 \cdot 10^2$
1196	$1,19 \cdot 10^4$	1,2099·10	2,6436·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1899 \cdot 10^2$
1197	$1,19 \cdot 10^4$	1,2100·10	2,8778·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9549 \cdot 10^2$
1198	$1,19 \cdot 10^4$	1,2101·10	2,9647·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5474 \cdot 10^2$
1199	$1,19 \cdot 10^4$	1,2102·10	2,7657·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1185 \cdot 10^2$
1200	$1,19 \cdot 10^4$	1,2103·10	2,6328·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0627 \cdot 10^2$
1201	$1,20 \cdot 10^4$	1,2104·10	2,5835·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4312 \cdot 10^2$
1202	$1,20 \cdot 10^4$	1,2105·10	2,1144·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3331 \cdot 10^2$
1203	$1,20 \cdot 10^4$	1,2106·10	1,8254·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4553 \cdot 10^2$
1204	$1,20 \cdot 10^4$	1,2107·10	1,7182·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1332 \cdot 10^2$
1205	$1,20 \cdot 10^4$	1,2108·10	1,5905·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6631 \cdot 10^2$
1206	$1,20 \cdot 10^4$	1,2109·10	1,5207·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4771 \cdot 10^2$
1207	$1,20 \cdot 10^4$	1,2109·10	1,4949·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7533 \cdot 10^2$
1208	$1,20 \cdot 10^4$	1,2110·10	2,7329·10 <sup>2</sup>	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2302 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
1209	$1,20 \cdot 10^4$	1,2111·10	$3,5106 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4763 \cdot 10^2$
1210	$1,20 \cdot 10^4$	1,2112·10	$3,7992 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2654 \cdot 10^2$
1211	$1,21 \cdot 10^4$	1,2113·10	$3,3069 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7914 \cdot 10^2$
1212	$1,21 \cdot 10^4$	1,2114·10	$2,9712 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7564 \cdot 10^2$
1213	$1,21 \cdot 10^4$	1,2115·10	$2,8465 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9048 \cdot 10^2$
1214	$1,21 \cdot 10^4$	1,2116·10	$3,7751 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3665 \cdot 10^2$
1215	$1,21 \cdot 10^4$	1,2116·10	$2,5269 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7170 \cdot 10^2$
1216	$1,21 \cdot 10^4$	1,2117·10	$2,6524 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6340 \cdot 10^2$
1217	$1,21 \cdot 10^4$	1,2118·10	$2,3376 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4938 \cdot 10^2$
1218	$1,21 \cdot 10^4$	1,2119·10	$2,1284 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1012 \cdot 10^2$
1219	$1,21 \cdot 10^4$	1,2120·10	$2,0507 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1170 \cdot 10^2$
1220	$1,21 \cdot 10^4$	1,2120·10	$2,3212 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5267 \cdot 10^2$
1221	$1,22 \cdot 10^4$	1,2121·10	$2,4980 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9537 \cdot 10^2$
1222	$1,22 \cdot 10^4$	1,2122·10	$2,5636 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$9,0502 \cdot 10^2$
1223	$1,22 \cdot 10^4$	1,2123·10	$2,2152 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6791 \cdot 10^2$
1224	$1,22 \cdot 10^4$	1,2124·10	$7,5594 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2264 \cdot 10^2$
1225	$1,22 \cdot 10^4$	1,2124·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1083 \cdot 10^2$
1226	$1,22 \cdot 10^4$	1,2125·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4335 \cdot 10^2$
1227	$1,22 \cdot 10^4$	1,2126·10	$1,3506 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7038 \cdot 10^2$
1228	$1,22 \cdot 10^4$	1,2127·10	$1,6287 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8858 \cdot 10^2$
1229	$1,22 \cdot 10^4$	1,2127·10	$2,7009 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6131 \cdot 10^2$
1230	$1,22 \cdot 10^4$	1,2128·10	$3,3556 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1364 \cdot 10^2$
1231	$1,23 \cdot 10^4$	1,2129·10	$3,5985 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8939 \cdot 10^2$
1232	$1,23 \cdot 10^4$	1,2129·10	$2,5470 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1219 \cdot 10^2$
1233	$1,23 \cdot 10^4$	1,2130·10	$2,7840 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5964 \cdot 10^2$
1234	$1,23 \cdot 10^4$	1,2131·10	$2,8815 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8944 \cdot 10^2$
1235	$1,23 \cdot 10^4$	1,2131·10	$2,4779 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7420 \cdot 10^2$
1236	$1,23 \cdot 10^4$	1,2132·10	$7,7495 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2793 \cdot 10^2$
1237	$1,23 \cdot 10^4$	1,2133·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1154 \cdot 10^2$
1238	$1,23 \cdot 10^4$	1,2133·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2025 \cdot 10^2$
1239	$1,23 \cdot 10^4$	1,2134·10	$1,9110 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6443 \cdot 10^2$
1240	$1,23 \cdot 10^4$	1,2135·10	$2,1485 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0345 \cdot 10^2$
1241	$1,24 \cdot 10^4$	1,2135·10	$3,7361 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0145 \cdot 10^2$
1242	$1,24 \cdot 10^4$	1,2136·10	$2,7214 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4654 \cdot 10^2$
1243	$1,24 \cdot 10^4$	1,2137·10	$2,9296 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0404 \cdot 10^2$
1244	$1,24 \cdot 10^4$	1,2137·10	$2,1736 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9929 \cdot 10^2$
1245	$1,24 \cdot 10^4$	1,2138·10	$2,9063 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3668 \cdot 10^2$
1246	$1,24 \cdot 10^4$	1,2139·10	$2,5904 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8181 \cdot 10^2$
1247	$1,24 \cdot 10^4$	1,2139·10	$1,8395 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3901 \cdot 10^2$
1248	$1,24 \cdot 10^4$	1,2140·10	$1,3994 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0619 \cdot 10^2$
1249	$1,24 \cdot 10^4$	1,2140·10	$1,2362 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5932 \cdot 10^2$
1250	$1,24 \cdot 10^4$	1,2141·10	$7,5006 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4151 \cdot 10^2$
1251	$1,25 \cdot 10^4$	1,2142·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6912 \cdot 10^2$
1252	$1,25 \cdot 10^4$	1,2142·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7694 \cdot 10^2$
1253	$1,25 \cdot 10^4$	1,2143·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$9,0083 \cdot 10^2$
1254	$1,25 \cdot 10^4$	1,2143·10	$1,6752 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7898 \cdot 10^2$
1255	$1,25 \cdot 10^4$	1,2144·10	$1,9066 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3149 \cdot 10^2$
1256	$1,25 \cdot 10^4$	1,2144·10	$2,3447 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0202 \cdot 10^2$
1257	$1,25 \cdot 10^4$	1,2145·10	$2,5972 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9993 \cdot 10^2$



№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
1258	$1,25 \cdot 10^4$	1,2145·10	$2,6907 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4630 \cdot 10^2$
1259	$1,25 \cdot 10^4$	1,2146·10	$2,5999 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8077 \cdot 10^2$
1260	$1,25 \cdot 10^4$	1,2147·10	$2,5341 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7165 \cdot 10^2$
1261	$1,26 \cdot 10^4$	1,2147·10	$2,5096 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2732 \cdot 10^2$
1262	$1,26 \cdot 10^4$	1,2148·10	$2,4815 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1311 \cdot 10^2$
1263	$1,26 \cdot 10^4$	1,2148·10	$2,4661 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1554 \cdot 10^2$
1264	$1,26 \cdot 10^4$	1,2149·10	$2,4605 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5695 \cdot 10^2$
1265	$1,26 \cdot 10^4$	1,2149·10	$2,6913 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,9926 \cdot 10^2$
1266	$1,26 \cdot 10^4$	1,2150·10	$2,8363 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$9,0358 \cdot 10^2$
1267	$1,26 \cdot 10^4$	1,2150·10	$2,8902 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7257 \cdot 10^2$
1268	$1,26 \cdot 10^4$	1,2151·10	$3,6098 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2757 \cdot 10^2$
1269	$1,26 \cdot 10^4$	1,2151·10	$4,0553 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1659 \cdot 10^2$
1270	$1,26 \cdot 10^4$	1,2152·10	$2,4406 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4972 \cdot 10^2$
1271	$1,27 \cdot 10^4$	1,2152·10	$2,6593 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9650 \cdot 10^2$
1272	$1,27 \cdot 10^4$	1,2153·10	$2,7877 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0150 \cdot 10^2$
1273	$1,27 \cdot 10^4$	1,2153·10	$2,8353 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7354 \cdot 10^2$
1274	$1,27 \cdot 10^4$	1,2153·10	$2,4357 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2591 \cdot 10^2$
1275	$1,27 \cdot 10^4$	1,2154·10	$7,6969 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0239 \cdot 10^2$
1276	$1,27 \cdot 10^4$	1,2154·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2461 \cdot 10^2$
1277	$1,27 \cdot 10^4$	1,2155·10	$2,3104 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9688 \cdot 10^2$
1278	$1,27 \cdot 10^4$	1,2155·10	$3,6057 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2602 \cdot 10^2$
1279	$1,27 \cdot 10^4$	1,2156·10	$4,0860 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0998 \cdot 10^2$
1280	$1,27 \cdot 10^4$	1,2156·10	$2,8173 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6351 \cdot 10^2$
1281	$1,28 \cdot 10^4$	1,2157·10	$1,9773 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2933 \cdot 10^2$
1282	$1,28 \cdot 10^4$	1,2157·10	$1,6653 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3610 \cdot 10^2$
1283	$1,28 \cdot 10^4$	1,2157·10	$2,8842 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8058 \cdot 10^2$
1284	$1,28 \cdot 10^4$	1,2158·10	$3,6771 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1911 \cdot 10^2$
1285	$1,28 \cdot 10^4$	1,2158·10	$3,9716 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1627 \cdot 10^2$
1286	$1,28 \cdot 10^4$	1,2159·10	$2,7447 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7466 \cdot 10^2$
1287	$1,28 \cdot 10^4$	1,2159·10	$1,9485 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9116 \cdot 10^2$
1288	$1,28 \cdot 10^4$	1,2159·10	$1,6528 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8725 \cdot 10^2$
1289	$1,28 \cdot 10^4$	1,2160·10	$3,6353 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2516 \cdot 10^2$
1290	$1,28 \cdot 10^4$	1,2160·10	$2,8352 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7001 \cdot 10^2$
1291	$1,29 \cdot 10^4$	1,2161·10	$3,1075 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8058 \cdot 10^2$
1292	$1,29 \cdot 10^4$	1,2161·10	$3,0523 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9880 \cdot 10^2$
1293	$1,29 \cdot 10^4$	1,2161·10	$2,9919 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5211 \cdot 10^2$
1294	$1,29 \cdot 10^4$	1,2162·10	$2,9693 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3508 \cdot 10^2$
1295	$1,29 \cdot 10^4$	1,2162·10	$2,8924 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6337 \cdot 10^2$
1296	$1,29 \cdot 10^4$	1,2163·10	$1,2085 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1098 \cdot 10^2$
1297	$1,29 \cdot 10^4$	1,2163·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9600 \cdot 10^2$
1298	$1,29 \cdot 10^4$	1,2163·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7340 \cdot 10^2$
1299	$1,29 \cdot 10^4$	1,2164·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2584 \cdot 10^2$
1300	$1,29 \cdot 10^4$	1,2164·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9704 \cdot 10^2$
1301	$1,30 \cdot 10^4$	1,2164·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1347 \cdot 10^2$
1302	$1,30 \cdot 10^4$	1,2165·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7463 \cdot 10^2$
1303	$1,30 \cdot 10^4$	1,2165·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0851 \cdot 10^2$
1304	$1,30 \cdot 10^4$	1,2165·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9856 \cdot 10^2$
1305	$1,30 \cdot 10^4$	1,2166·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5392 \cdot 10^2$
1306	$1,30 \cdot 10^4$	1,2166·10	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1564 \cdot 10^2$

### 7.5. Варіанти завдань

Закінчення табл. 7.14

№	$t$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
1307	$1,30 \cdot 10^4$	1,2166·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9705 \cdot 10^2$
1308	$1,30 \cdot 10^4$	1,2167·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3886 \cdot 10^2$
1309	$1,30 \cdot 10^4$	1,2167·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8078 \cdot 10^2$
1310	$1,30 \cdot 10^4$	1,2167·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8426 \cdot 10^2$
1311	$1,31 \cdot 10^4$	1,2168·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4610 \cdot 10^2$
1312	$1,31 \cdot 10^4$	1,2168·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5501 \cdot 10^2$
1313	$1,31 \cdot 10^4$	1,2168·10	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4485 \cdot 10^2$

Таблиця 7.15. Вихідні вибірки змінної  $x_2$  для аварійного режиму

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
1	0,00	$3,5000 \cdot 10^2$	0,0000	39	$3,80 \cdot 10^2$	$1,8314 \cdot 10^2$	0,0000
2	$1,00 \cdot 10$	$7,5001 \cdot 10$	0,0000	40	$3,90 \cdot 10^2$	$1,6669 \cdot 10^2$	0,0000
3	$2,00 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	41	$4,00 \cdot 10^2$	$1,7866 \cdot 10^2$	0,0000
4	$3,00 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	42	$4,10 \cdot 10^2$	$1,8772 \cdot 10^2$	0,0000
5	$4,00 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	43	$4,20 \cdot 10^2$	$1,9109 \cdot 10^2$	0,0000
6	$5,00 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	44	$4,30 \cdot 10^2$	$7,8534 \cdot 10$	0,0000
7	$6,00 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	45	$4,40 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
8	$7,00 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	46	$4,50 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
9	$8,00 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	47	$4,60 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
10	$9,00 \cdot 10$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	48	$4,70 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
11	$1,00 \cdot 10^2$	$1,6036 \cdot 10^2$	0,0000	49	$4,80 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
12	$1,10 \cdot 10^2$	$2,0096 \cdot 10^2$	0,0000	50	$4,90 \cdot 10^2$	$1,9149 \cdot 10^2$	0,0000
13	$1,20 \cdot 10^2$	$2,1565 \cdot 10^2$	0,0000	51	$5,00 \cdot 10^2$	$3,0577 \cdot 10^2$	0,0000
14	$1,30 \cdot 10^2$	$3,6060 \cdot 10^2$	0,0000	52	$5,10 \cdot 10^2$	$3,4786 \cdot 10^2$	0,0000
15	$1,40 \cdot 10^2$	$2,6022 \cdot 10^2$	0,0000	53	$5,20 \cdot 10^2$	$2,8069 \cdot 10^2$	0,0000
16	$1,50 \cdot 10^2$	$2,7925 \cdot 10^2$	0,0000	54	$5,30 \cdot 10^2$	$2,3464 \cdot 10^2$	0,0000
17	$1,60 \cdot 10^2$	$2,1516 \cdot 10^2$	0,0000	55	$5,40 \cdot 10^2$	$2,1753 \cdot 10^2$	0,0000
18	$1,70 \cdot 10^2$	$2,9949 \cdot 10^2$	0,0000	56	$5,50 \cdot 10^2$	$1,5069 \cdot 10^2$	0,0000
19	$1,80 \cdot 10^2$	$2,7271 \cdot 10^2$	0,0000	57	$5,60 \cdot 10^2$	$1,1047 \cdot 10^2$	0,0000
20	$1,90 \cdot 10^2$	$3,1158 \cdot 10^2$	0,0000	58	$5,70 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
21	$2,00 \cdot 10^2$	$3,3847 \cdot 10^2$	0,0000	59	$5,80 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
22	$2,10 \cdot 10^2$	$3,4847 \cdot 10^2$	0,0000	60	$5,90 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
23	$2,20 \cdot 10^2$	$1,7445 \cdot 10^2$	0,0000	61	$6,00 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
24	$2,30 \cdot 10^2$	$7,5033 \cdot 10$	0,0000	62	$6,10 \cdot 10^2$	$2,2287 \cdot 10^2$	0,0000
25	$2,40 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	63	$6,20 \cdot 10^2$	$3,0468 \cdot 10^2$	0,0000
26	$2,50 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	64	$6,30 \cdot 10^2$	$3,3503 \cdot 10^2$	0,0000
27	$2,60 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	65	$6,40 \cdot 10^2$	$2,7250 \cdot 10^2$	0,0000
28	$2,70 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	66	$6,50 \cdot 10^2$	$2,3046 \cdot 10^2$	0,0000
29	$2,80 \cdot 10^2$	$2,5670 \cdot 10^2$	0,0000	67	$6,60 \cdot 10^2$	$2,1484 \cdot 10^2$	0,0000
30	$2,90 \cdot 10^2$	$3,5594 \cdot 10^2$	0,0000	68	$6,70 \cdot 10^2$	$2,5484 \cdot 10^2$	0,0000
31	$3,00 \cdot 10^2$	$3,9277 \cdot 10^2$	0,0000	69	$6,80 \cdot 10^2$	$2,8136 \cdot 10^2$	0,0000
32	$3,10 \cdot 10^2$	$2,5498 \cdot 10^2$	0,0000	70	$6,90 \cdot 10^2$	$2,9121 \cdot 10^2$	0,0000
33	$3,20 \cdot 10^2$	$1,6521 \cdot 10^2$	0,0000	71	$7,00 \cdot 10^2$	$2,8546 \cdot 10^2$	0,0000
34	$3,30 \cdot 10^2$	$1,3188 \cdot 10^2$	0,0000	72	$7,10 \cdot 10^2$	$2,8092 \cdot 10^2$	0,0000
35	$3,40 \cdot 10^2$	$2,1726 \cdot 10^2$	0,0000	73	$7,20 \cdot 10^2$	$2,7923 \cdot 10^2$	0,0000
36	$3,50 \cdot 10^2$	$2,7389 \cdot 10^2$	0,0000	74	$7,30 \cdot 10^2$	$3,0748 \cdot 10^2$	0,0000
37	$3,60 \cdot 10^2$	$2,9493 \cdot 10^2$	0,0000	75	$7,40 \cdot 10^2$	$3,2532 \cdot 10^2$	0,0000
38	$3,70 \cdot 10^2$	$2,2741 \cdot 10^2$	0,0000	76	$7,50 \cdot 10^2$	$3,3195 \cdot 10^2$	0,0000

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
77	$7,60 \cdot 10^2$	$3,0582 \cdot 10^2$	0,0000	127	$1,26 \cdot 10^3$	$3,3439 \cdot 10^2$	0,0000
78	$7,70 \cdot 10^2$	$2,8884 \cdot 10^2$	0,0000	128	$1,27 \cdot 10^3$	$2,9159 \cdot 10^2$	0,0000
79	$7,80 \cdot 10^2$	$2,8253 \cdot 10^2$	0,0000	129	$1,28 \cdot 10^3$	$2,6443 \cdot 10^2$	0,0000
80	$7,90 \cdot 10^2$	$1,4037 \cdot 10^2$	0,0000	130	$1,29 \cdot 10^3$	$2,5435 \cdot 10^2$	0,0000
81	$8,00 \cdot 10^2$	$7,5002 \cdot 10$	0,0000	131	$1,30 \cdot 10^3$	$2,6445 \cdot 10^2$	0,0000
82	$8,10 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	132	$1,31 \cdot 10^3$	$2,7174 \cdot 10^2$	0,0000
83	$8,20 \cdot 10^2$	$1,2653 \cdot 10^2$	0,0000	133	$1,32 \cdot 10^3$	$2,7445 \cdot 10^2$	0,0000
84	$8,30 \cdot 10^2$	$2,2671 \cdot 10^2$	0,0000	134	$1,33 \cdot 10^3$	$3,2257 \cdot 10^2$	0,0000
85	$8,40 \cdot 10^2$	$2,5710 \cdot 10^2$	0,0000	135	$1,34 \cdot 10^3$	$3,5245 \cdot 10^2$	0,0000
86	$8,50 \cdot 10^2$	$3,2850 \cdot 10^2$	0,0000	136	$1,35 \cdot 10^3$	$3,6353 \cdot 10^2$	0,0000
87	$8,60 \cdot 10^2$	$3,7032 \cdot 10^2$	0,0000	137	$1,36 \cdot 10^3$	$4,0363 \cdot 10^2$	0,0000
88	$8,70 \cdot 10^2$	$3,8583 \cdot 10^2$	0,0000	138	$1,37 \cdot 10^3$	$3,6305 \cdot 10^2$	0,0000
89	$8,80 \cdot 10^2$	$3,5970 \cdot 10^2$	0,0000	139	$1,38 \cdot 10^3$	$3,7059 \cdot 10^2$	0,0000
90	$8,90 \cdot 10^2$	$3,4187 \cdot 10^2$	0,0000	140	$1,39 \cdot 10^3$	$2,0985 \cdot 10^2$	0,0000
91	$9,00 \cdot 10^2$	$3,3525 \cdot 10^2$	0,0000	141	$1,40 \cdot 10^3$	$2,1303 \cdot 10^2$	0,0000
92	$9,10 \cdot 10^2$	$2,0928 \cdot 10^2$	0,0000	142	$1,41 \cdot 10^3$	$1,6816 \cdot 10^2$	0,0000
93	$9,20 \cdot 10^2$	$1,3104 \cdot 10^2$	0,0000	143	$1,42 \cdot 10^3$	$2,7754 \cdot 10^2$	0,0000
94	$9,30 \cdot 10^2$	$7,5456 \cdot 10$	0,0000	144	$1,43 \cdot 10^3$	$3,6001 \cdot 10^2$	0,0000
95	$9,40 \cdot 10^2$	$3,6233 \cdot 10^2$	0,0000	145	$1,44 \cdot 10^3$	$4,0014 \cdot 10^2$	0,0000
96	$9,50 \cdot 10^2$	$3,2922 \cdot 10^2$	0,0000	146	$1,45 \cdot 10^3$	$3,2804 \cdot 10^2$	0,0000
97	$9,60 \cdot 10^2$	$3,7146 \cdot 10^2$	0,0000	147	$1,46 \cdot 10^3$	$3,9234 \cdot 10^2$	0,0000
98	$9,70 \cdot 10^2$	$3,8271 \cdot 10^2$	0,0000	148	$1,47 \cdot 10^3$	$3,6043 \cdot 10^2$	0,0000
99	$9,80 \cdot 10^2$	$3,8574 \cdot 10^2$	0,0000	149	$1,48 \cdot 10^3$	$3,4759 \cdot 10^2$	0,0000
100	$9,90 \cdot 10^2$	$3,8684 \cdot 10^2$	0,0000	150	$1,49 \cdot 10^3$	$3,3759 \cdot 10^2$	0,0000
101	$1,00 \cdot 10^3$	$3,1816 \cdot 10^2$	0,0000	151	$1,50 \cdot 10^3$	$3,3386 \cdot 10^2$	0,0000
102	$1,01 \cdot 10^3$	$3,4300 \cdot 10^2$	0,0000	152	$1,51 \cdot 10^3$	$2,8711 \cdot 10^2$	0,0000
103	$1,02 \cdot 10^3$	$3,5238 \cdot 10^2$	0,0000	153	$1,52 \cdot 10^3$	$2,5819 \cdot 10^2$	0,0000
104	$1,03 \cdot 10^3$	$3,0386 \cdot 10^2$	0,0000	154	$1,53 \cdot 10^3$	$2,4746 \cdot 10^2$	0,0000
105	$1,04 \cdot 10^3$	$2,7259 \cdot 10^2$	0,0000	155	$1,54 \cdot 10^3$	$2,7998 \cdot 10^2$	0,0000
106	$1,05 \cdot 10^3$	$2,6098 \cdot 10^2$	0,0000	156	$1,55 \cdot 10^3$	$3,0136 \cdot 10^2$	0,0000
107	$1,06 \cdot 10^3$	$2,8862 \cdot 10^2$	0,0000	157	$1,56 \cdot 10^3$	$3,0930 \cdot 10^2$	0,0000
108	$1,07 \cdot 10^3$	$3,0703 \cdot 10^2$	0,0000	158	$1,57 \cdot 10^3$	$2,3817 \cdot 10^2$	0,0000
109	$1,08 \cdot 10^3$	$3,1386 \cdot 10^2$	0,0000	159	$1,58 \cdot 10^3$	$1,9288 \cdot 10^2$	0,0000
110	$1,09 \cdot 10^3$	$3,7855 \cdot 10^2$	0,0000	160	$1,59 \cdot 10^3$	$2,0744 \cdot 10^2$	0,0000
111	$1,10 \cdot 10^3$	$3,7297 \cdot 10^2$	0,0000	161	$1,60 \cdot 10^3$	$1,9741 \cdot 10^2$	0,0000
112	$1,11 \cdot 10^3$	$3,6769 \cdot 10^2$	0,0000	162	$1,61 \cdot 10^3$	$1,9302 \cdot 10^2$	0,0000
113	$1,12 \cdot 10^3$	$3,6474 \cdot 10^2$	0,0000	163	$1,62 \cdot 10^3$	$1,9140 \cdot 10^2$	0,0000
114	$1,13 \cdot 10^3$	$3,6170 \cdot 10^2$	0,0000	164	$1,63 \cdot 10^3$	$2,7473 \cdot 10^2$	0,0000
115	$1,14 \cdot 10^3$	$3,6056 \cdot 10^2$	0,0000	165	$1,64 \cdot 10^3$	$3,2707 \cdot 10^2$	0,0000
116	$1,15 \cdot 10^3$	$3,2931 \cdot 10^2$	0,0000	166	$1,65 \cdot 10^3$	$3,4649 \cdot 10^2$	0,0000
117	$1,16 \cdot 10^3$	$3,0986 \cdot 10^2$	0,0000	167	$1,66 \cdot 10^3$	$3,9577 \cdot 10^2$	0,0000
118	$1,17 \cdot 10^3$	$3,0263 \cdot 10^2$	0,0000	168	$1,67 \cdot 10^3$	$3,6095 \cdot 10^2$	0,0000
119	$1,18 \cdot 10^3$	$2,3659 \cdot 10^2$	0,0000	169	$1,68 \cdot 10^3$	$3,6968 \cdot 10^2$	0,0000
120	$1,19 \cdot 10^3$	$1,9592 \cdot 10^2$	0,0000	170	$1,69 \cdot 10^3$	$3,6024 \cdot 10^2$	0,0000
121	$1,20 \cdot 10^3$	$2,1304 \cdot 10^2$	0,0000	171	$1,70 \cdot 10^3$	$3,5347 \cdot 10^2$	0,0000
122	$1,21 \cdot 10^3$	$2,5997 \cdot 10^2$	0,0000	172	$1,71 \cdot 10^3$	$3,5095 \cdot 10^2$	0,0000
123	$1,22 \cdot 10^3$	$2,9103 \cdot 10^2$	0,0000	173	$1,72 \cdot 10^3$	$2,8315 \cdot 10^2$	0,0000
124	$1,23 \cdot 10^3$	$3,0257 \cdot 10^2$	0,0000	174	$1,73 \cdot 10^3$	$2,4093 \cdot 10^2$	0,0000
125	$1,24 \cdot 10^3$	$3,2051 \cdot 10^2$	0,0000	175	$1,74 \cdot 10^3$	$2,2526 \cdot 10^2$	0,0000
126	$1,25 \cdot 10^3$	$3,3064 \cdot 10^2$	0,0000				

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.15

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
176	$1,75 \cdot 10^3$	$2,9360 \cdot 10^2$	0,0000	225	$2,24 \cdot 10^3$	$3,8097 \cdot 10^2$	0,0000
177	$1,76 \cdot 10^3$	$3,3788 \cdot 10^2$	0,0000	226	$2,25 \cdot 10^3$	$4,0430 \cdot 10^2$	0,0000
178	$1,77 \cdot 10^3$	$3,5432 \cdot 10^2$	0,0000	227	$2,26 \cdot 10^3$	$3,0471 \cdot 10^2$	0,0000
179	$1,78 \cdot 10^3$	$3,0008 \cdot 10^2$	0,0000	228	$2,27 \cdot 10^3$	$2,4013 \cdot 10^2$	0,0000
180	$1,79 \cdot 10^3$	$2,6455 \cdot 10^2$	0,0000	229	$2,28 \cdot 10^3$	$2,1616 \cdot 10^2$	0,0000
181	$1,80 \cdot 10^3$	$2,5136 \cdot 10^2$	0,0000	230	$2,29 \cdot 10^3$	$3,7381 \cdot 10^2$	0,0000
182	$1,81 \cdot 10^3$	$2,1177 \cdot 10^2$	0,0000	231	$2,30 \cdot 10^3$	$2,8292 \cdot 10^2$	0,0000
183	$1,82 \cdot 10^3$	$2,3529 \cdot 10^2$	0,0000	232	$2,31 \cdot 10^3$	$3,0524 \cdot 10^2$	0,0000
184	$1,83 \cdot 10^3$	$2,1041 \cdot 10^2$	0,0000	233	$2,32 \cdot 10^3$	$2,9130 \cdot 10^2$	0,0000
185	$1,84 \cdot 10^3$	$2,1108 \cdot 10^2$	0,0000	234	$2,33 \cdot 10^3$	$2,8045 \cdot 10^2$	0,0000
186	$1,85 \cdot 10^3$	$2,1386 \cdot 10^2$	0,0000	235	$2,34 \cdot 10^3$	$2,7641 \cdot 10^2$	0,0000
187	$1,86 \cdot 10^3$	$2,1490 \cdot 10^2$	0,0000	236	$2,35 \cdot 10^3$	$2,8349 \cdot 10^2$	0,0000
188	$1,87 \cdot 10^3$	$2,0942 \cdot 10^2$	0,0000	237	$2,36 \cdot 10^3$	$2,8831 \cdot 10^2$	0,0000
189	$1,88 \cdot 10^3$	$2,0588 \cdot 10^2$	0,0000	238	$2,37 \cdot 10^3$	$2,9009 \cdot 10^2$	0,0000
190	$1,89 \cdot 10^3$	$2,0457 \cdot 10^2$	0,0000	239	$2,38 \cdot 10^3$	$2,9897 \cdot 10^2$	0,0000
191	$1,90 \cdot 10^3$	$2,1821 \cdot 10^2$	0,0000	240	$2,39 \cdot 10^3$	$3,0435 \cdot 10^2$	0,0000
192	$1,91 \cdot 10^3$	$2,2687 \cdot 10^2$	0,0000	241	$2,40 \cdot 10^3$	$3,0635 \cdot 10^2$	0,0000
193	$1,92 \cdot 10^3$	$2,3009 \cdot 10^2$	0,0000	242	$2,41 \cdot 10^3$	$3,3780 \cdot 10^2$	0,0000
194	$1,93 \cdot 10^3$	$2,5825 \cdot 10^2$	0,0000	243	$2,42 \cdot 10^3$	$3,5730 \cdot 10^2$	0,0000
195	$1,94 \cdot 10^3$	$2,7558 \cdot 10^2$	0,0000	244	$2,43 \cdot 10^3$	$3,6454 \cdot 10^2$	0,0000
196	$1,95 \cdot 10^3$	$2,8201 \cdot 10^2$	0,0000	245	$2,44 \cdot 10^3$	$2,9472 \cdot 10^2$	0,0000
197	$1,96 \cdot 10^3$	$2,2750 \cdot 10^2$	0,0000	246	$2,45 \cdot 10^3$	$2,5031 \cdot 10^2$	0,0000
198	$1,97 \cdot 10^3$	$1,9276 \cdot 10^2$	0,0000	247	$2,46 \cdot 10^3$	$2,3382 \cdot 10^2$	0,0000
199	$1,98 \cdot 10^3$	$3,0186 \cdot 10^2$	0,0000	248	$2,47 \cdot 10^3$	$2,3415 \cdot 10^2$	0,0000
200	$1,99 \cdot 10^3$	$3,7700 \cdot 10^2$	0,0000	249	$2,48 \cdot 10^3$	$2,3591 \cdot 10^2$	0,0000
201	$2,00 \cdot 10^3$	$2,5795 \cdot 10^2$	0,0000	250	$2,49 \cdot 10^3$	$2,3658 \cdot 10^2$	0,0000
202	$2,01 \cdot 10^3$	$2,6474 \cdot 10^2$	0,0000	251	$2,50 \cdot 10^3$	$2,6317 \cdot 10^2$	0,0000
203	$2,02 \cdot 10^3$	$2,9607 \cdot 10^2$	0,0000	252	$2,51 \cdot 10^3$	$2,7975 \cdot 10^2$	0,0000
204	$2,03 \cdot 10^3$	$3,1465 \cdot 10^2$	0,0000	253	$2,52 \cdot 10^3$	$2,8590 \cdot 10^2$	0,0000
205	$2,04 \cdot 10^3$	$3,2154 \cdot 10^2$	0,0000	254	$2,53 \cdot 10^3$	$3,0084 \cdot 10^2$	0,0000
206	$2,05 \cdot 10^3$	$2,8970 \cdot 10^2$	0,0000	255	$2,54 \cdot 10^3$	$3,0960 \cdot 10^2$	0,0000
207	$2,06 \cdot 10^3$	$2,6910 \cdot 10^2$	0,0000	256	$2,55 \cdot 10^3$	$3,1285 \cdot 10^2$	0,0000
208	$2,07 \cdot 10^3$	$2,6146 \cdot 10^2$	0,0000	257	$2,56 \cdot 10^3$	$2,4083 \cdot 10^2$	0,0000
209	$2,08 \cdot 10^3$	$2,7799 \cdot 10^2$	0,0000	258	$2,57 \cdot 10^3$	$1,9543 \cdot 10^2$	0,0000
210	$2,09 \cdot 10^3$	$2,8907 \cdot 10^2$	0,0000	259	$2,58 \cdot 10^3$	$2,9970 \cdot 10^2$	0,0000
211	$2,10 \cdot 10^3$	$2,9319 \cdot 10^2$	0,0000	260	$2,59 \cdot 10^3$	$3,2249 \cdot 10^2$	0,0000
212	$2,11 \cdot 10^3$	$2,6827 \cdot 10^2$	0,0000	261	$2,60 \cdot 10^3$	$3,3944 \cdot 10^2$	0,0000
213	$2,12 \cdot 10^3$	$2,5228 \cdot 10^2$	0,0000	262	$2,61 \cdot 10^3$	$3,4575 \cdot 10^2$	0,0000
214	$2,13 \cdot 10^3$	$2,4635 \cdot 10^2$	0,0000	263	$2,62 \cdot 10^3$	$3,8269 \cdot 10^2$	0,0000
215	$2,14 \cdot 10^3$	$3,1659 \cdot 10^2$	0,0000	264	$2,63 \cdot 10^3$	$4,0523 \cdot 10^2$	0,0000
216	$2,15 \cdot 10^3$	$3,6114 \cdot 10^2$	0,0000	265	$2,64 \cdot 10^3$	$4,1359 \cdot 10^2$	0,0000
217	$2,16 \cdot 10^3$	$3,7768 \cdot 10^2$	0,0000	266	$2,65 \cdot 10^3$	$2,6858 \cdot 10^2$	0,0000
218	$2,17 \cdot 10^3$	$3,4549 \cdot 10^2$	0,0000	267	$2,66 \cdot 10^3$	$3,0097 \cdot 10^2$	0,0000
219	$2,18 \cdot 10^3$	$3,2376 \cdot 10^2$	0,0000	268	$2,67 \cdot 10^3$	$2,4738 \cdot 10^2$	0,0000
220	$2,19 \cdot 10^3$	$3,1569 \cdot 10^2$	0,0000	269	$2,68 \cdot 10^3$	$3,4455 \cdot 10^2$	0,0000
221	$2,20 \cdot 10^3$	$2,1695 \cdot 10^2$	0,0000	270	$2,69 \cdot 10^3$	$2,8220 \cdot 10^2$	0,0000
222	$2,21 \cdot 10^3$	$2,6161 \cdot 10^2$	0,0000	271	$2,70 \cdot 10^3$	$3,1070 \cdot 10^2$	0,0000
223	$2,22 \cdot 10^3$	$2,2360 \cdot 10^2$	0,0000	272	$2,71 \cdot 10^3$	$2,4480 \cdot 10^2$	0,0000
224	$2,23 \cdot 10^3$	$3,1815 \cdot 10^2$	0,0000	273	$2,72 \cdot 10^3$	$2,0082 \cdot 10^2$	0,0000

Продовження табл. 7.15

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
274	$2,73 \cdot 10^3$	$3,0844 \cdot 10^2$	0,0000	323	$3,22 \cdot 10^3$	$3,5433 \cdot 10^2$	0,0000
275	$2,74 \cdot 10^3$	$2,8038 \cdot 10^2$	0,0000	324	$3,23 \cdot 10^3$	$3,7242 \cdot 10^2$	0,0000
276	$2,75 \cdot 10^3$	$3,0024 \cdot 10^2$	0,0000	325	$3,24 \cdot 10^3$	$3,7913 \cdot 10^2$	0,0000
277	$2,76 \cdot 10^3$	$3,1715 \cdot 10^2$	0,0000	326	$3,25 \cdot 10^3$	$2,7112 \cdot 10^2$	0,0000
278	$2,77 \cdot 10^3$	$2,5551 \cdot 10^2$	0,0000	327	$3,26 \cdot 10^3$	$2,9839 \cdot 10^2$	0,0000
279	$2,78 \cdot 10^3$	$2,1532 \cdot 10^2$	0,0000	328	$3,27 \cdot 10^3$	$3,0866 \cdot 10^2$	0,0000
280	$2,79 \cdot 10^3$	$2,0039 \cdot 10^2$	0,0000	329	$3,28 \cdot 10^3$	$3,1249 \cdot 10^2$	0,0000
281	$2,80 \cdot 10^3$	$2,4461 \cdot 10^2$	0,0000	330	$3,29 \cdot 10^3$	$3,1391 \cdot 10^2$	0,0000
282	$2,81 \cdot 10^3$	$2,7371 \cdot 10^2$	0,0000	331	$3,30 \cdot 10^3$	$3,1443 \cdot 10^2$	0,0000
283	$2,82 \cdot 10^3$	$2,8452 \cdot 10^2$	0,0000	332	$3,31 \cdot 10^3$	$3,2135 \cdot 10^2$	0,0000
284	$2,83 \cdot 10^3$	$2,9499 \cdot 10^2$	0,0000	333	$3,32 \cdot 10^3$	$3,2563 \cdot 10^2$	0,0000
285	$2,84 \cdot 10^3$	$3,0052 \cdot 10^2$	0,0000	334	$3,33 \cdot 10^3$	$3,2721 \cdot 10^2$	0,0000
286	$2,85 \cdot 10^3$	$3,0257 \cdot 10^2$	0,0000	335	$3,34 \cdot 10^3$	$2,9245 \cdot 10^2$	0,0000
287	$2,86 \cdot 10^3$	$2,6847 \cdot 10^2$	0,0000	336	$3,35 \cdot 10^3$	$2,7053 \cdot 10^2$	0,0000
288	$2,87 \cdot 10^3$	$2,4692 \cdot 10^2$	0,0000	337	$3,36 \cdot 10^3$	$2,6239 \cdot 10^2$	0,0000
289	$2,88 \cdot 10^3$	$2,3893 \cdot 10^2$	0,0000	338	$3,37 \cdot 10^3$	$2,7130 \cdot 10^2$	0,0000
290	$2,89 \cdot 10^3$	$2,6181 \cdot 10^2$	0,0000	339	$3,38 \cdot 10^3$	$2,7765 \cdot 10^2$	0,0000
291	$2,90 \cdot 10^3$	$2,7690 \cdot 10^2$	0,0000	340	$3,39 \cdot 10^3$	$2,8001 \cdot 10^2$	0,0000
292	$2,91 \cdot 10^3$	$2,8251 \cdot 10^2$	0,0000	341	$3,40 \cdot 10^3$	$2,2649 \cdot 10^2$	0,0000
293	$2,92 \cdot 10^3$	$2,6044 \cdot 10^2$	0,0000	342	$3,41 \cdot 10^3$	$1,9276 \cdot 10^2$	0,0000
294	$2,93 \cdot 10^3$	$2,4609 \cdot 10^2$	0,0000	343	$3,42 \cdot 10^3$	$3,0249 \cdot 10^2$	0,0000
295	$2,94 \cdot 10^3$	$2,4076 \cdot 10^2$	0,0000	344	$3,43 \cdot 10^3$	$3,3026 \cdot 10^2$	0,0000
296	$2,95 \cdot 10^3$	$2,6264 \cdot 10^2$	0,0000	345	$3,44 \cdot 10^3$	$3,4964 \cdot 10^2$	0,0000
297	$2,96 \cdot 10^3$	$2,7685 \cdot 10^2$	0,0000	346	$3,45 \cdot 10^3$	$3,5684 \cdot 10^2$	0,0000
298	$2,97 \cdot 10^3$	$2,8212 \cdot 10^2$	0,0000	347	$3,46 \cdot 10^3$	$2,7518 \cdot 10^2$	0,0000
299	$2,98 \cdot 10^3$	$2,2630 \cdot 10^2$	0,0000	348	$3,47 \cdot 10^3$	$3,1267 \cdot 10^2$	0,0000
300	$2,99 \cdot 10^3$	$1,9085 \cdot 10^2$	0,0000	349	$3,48 \cdot 10^3$	$3,2687 \cdot 10^2$	0,0000
301	$3,00 \cdot 10^3$	$2,9821 \cdot 10^2$	0,0000	350	$3,49 \cdot 10^3$	$3,1910 \cdot 10^2$	0,0000
302	$3,01 \cdot 10^3$	$3,1157 \cdot 10^2$	0,0000	351	$3,50 \cdot 10^3$	$3,1288 \cdot 10^2$	0,0000
303	$3,02 \cdot 10^3$	$3,2204 \cdot 10^2$	0,0000	352	$3,51 \cdot 10^3$	$3,1056 \cdot 10^2$	0,0000
304	$3,03 \cdot 10^3$	$3,2593 \cdot 10^2$	0,0000	353	$3,52 \cdot 10^3$	$2,9362 \cdot 10^2$	0,0000
305	$3,04 \cdot 10^3$	$2,7271 \cdot 10^2$	0,0000	354	$3,53 \cdot 10^3$	$2,8324 \cdot 10^2$	0,0000
306	$3,05 \cdot 10^3$	$3,1685 \cdot 10^2$	0,0000	355	$3,54 \cdot 10^3$	$2,7938 \cdot 10^2$	0,0000
307	$3,06 \cdot 10^3$	$3,3433 \cdot 10^2$	0,0000	356	$3,55 \cdot 10^3$	$2,1899 \cdot 10^2$	0,0000
308	$3,07 \cdot 10^3$	$2,6994 \cdot 10^2$	0,0000	357	$3,56 \cdot 10^3$	$3,0238 \cdot 10^2$	0,0000
309	$3,08 \cdot 10^3$	$2,2796 \cdot 10^2$	0,0000	358	$3,57 \cdot 10^3$	$2,8138 \cdot 10^2$	0,0000
310	$3,09 \cdot 10^3$	$2,1237 \cdot 10^2$	0,0000	359	$3,58 \cdot 10^3$	$3,6507 \cdot 10^2$	0,0000
311	$3,10 \cdot 10^3$	$2,3662 \cdot 10^2$	0,0000	360	$3,59 \cdot 10^3$	$2,9234 \cdot 10^2$	0,0000
312	$3,11 \cdot 10^3$	$2,5329 \cdot 10^2$	0,0000	361	$3,60 \cdot 10^3$	$2,6215 \cdot 10^2$	0,0000
313	$3,12 \cdot 10^3$	$2,5948 \cdot 10^2$	0,0000	362	$3,61 \cdot 10^3$	$2,8592 \cdot 10^2$	0,0000
314	$3,13 \cdot 10^3$	$1,9796 \cdot 10^2$	0,0000	363	$3,62 \cdot 10^3$	$2,1239 \cdot 10^2$	0,0000
315	$3,14 \cdot 10^3$	$2,6661 \cdot 10^2$	0,0000	364	$3,63 \cdot 10^3$	$3,0987 \cdot 10^2$	0,0000
316	$3,15 \cdot 10^3$	$2,4225 \cdot 10^2$	0,0000	365	$3,64 \cdot 10^3$	$2,2557 \cdot 10^2$	0,0000
317	$3,16 \cdot 10^3$	$3,0287 \cdot 10^2$	0,0000	366	$3,65 \cdot 10^3$	$1,7787 \cdot 10^2$	0,0000
318	$3,17 \cdot 10^3$	$3,4313 \cdot 10^2$	0,0000	367	$3,66 \cdot 10^3$	$1,6019 \cdot 10^2$	0,0000
319	$3,18 \cdot 10^3$	$3,5809 \cdot 10^2$	0,0000	368	$3,67 \cdot 10^3$	$2,0968 \cdot 10^2$	0,0000
320	$3,19 \cdot 10^3$	$3,4192 \cdot 10^2$	0,0000	369	$3,68 \cdot 10^3$	$2,4235 \cdot 10^2$	0,0000
321	$3,20 \cdot 10^3$	$3,3038 \cdot 10^2$	0,0000	370	$3,69 \cdot 10^3$	$2,5448 \cdot 10^2$	0,0000
322	$3,21 \cdot 10^3$	$3,2609 \cdot 10^2$	0,0000	371	$3,70 \cdot 10^3$	$2,6718 \cdot 10^2$	0,0000

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.15

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
372	$3,71 \cdot 10^3$	$3,2220 \cdot 10^2$	0,0000	421	$4,20 \cdot 10^3$	$2,1374 \cdot 10^2$	0,0000
373	$3,72 \cdot 10^3$	$3,4707 \cdot 10^2$	0,0000	422	$4,21 \cdot 10^3$	$3,8380 \cdot 10^2$	0,0000
374	$3,73 \cdot 10^3$	$2,1590 \cdot 10^2$	0,0000	423	$4,22 \cdot 10^3$	$2,8196 \cdot 10^2$	0,0000
375	$3,74 \cdot 10^3$	$2,2733 \cdot 10^2$	0,0000	424	$4,23 \cdot 10^3$	$3,0426 \cdot 10^2$	0,0000
376	$3,75 \cdot 10^3$	$1,7306 \cdot 10^2$	0,0000	425	$4,24 \cdot 10^3$	$2,3256 \cdot 10^2$	0,0000
377	$3,76 \cdot 10^3$	$7,5543 \cdot 10$	0,0000	426	$4,25 \cdot 10^3$	$3,0491 \cdot 10^2$	0,0000
378	$3,77 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	427	$4,26 \cdot 10^3$	$2,9078 \cdot 10^2$	0,0000
379	$3,78 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	428	$4,27 \cdot 10^3$	$3,1828 \cdot 10^2$	0,0000
380	$3,79 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	429	$4,28 \cdot 10^3$	$3,3837 \cdot 10^2$	0,0000
381	$3,80 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	430	$4,29 \cdot 10^3$	$3,4584 \cdot 10^2$	0,0000
382	$3,81 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	431	$4,30 \cdot 10^3$	$2,6585 \cdot 10^2$	0,0000
383	$3,82 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	432	$4,31 \cdot 10^3$	$2,1505 \cdot 10^2$	0,0000
384	$3,83 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	433	$4,32 \cdot 10^3$	$1,9619 \cdot 10^2$	0,0000
385	$3,84 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	434	$4,33 \cdot 10^3$	$2,8682 \cdot 10^2$	0,0000
386	$3,85 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	435	$4,34 \cdot 10^3$	$3,4535 \cdot 10^2$	0,0000
387	$3,86 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	436	$4,35 \cdot 10^3$	$3,6709 \cdot 10^2$	0,0000
388	$3,87 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	437	$4,36 \cdot 10^3$	$1,8462 \cdot 10^2$	0,0000
389	$3,88 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	438	$4,37 \cdot 10^3$	$7,5067 \cdot 10$	0,0000
390	$3,89 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	439	$4,38 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
391	$3,90 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	440	$4,39 \cdot 10^3$	$1,9366 \cdot 10^2$	0,0000
392	$3,91 \cdot 10^3$	$2,8639 \cdot 10^2$	0,0000	441	$4,40 \cdot 10^3$	$3,0453 \cdot 10^2$	0,0000
393	$3,92 \cdot 10^3$	$2,5998 \cdot 10^2$	0,0000	442	$4,41 \cdot 10^3$	$3,4541 \cdot 10^2$	0,0000
394	$3,93 \cdot 10^3$	$2,9227 \cdot 10^2$	0,0000	443	$4,42 \cdot 10^3$	$3,2523 \cdot 10^2$	0,0000
395	$3,94 \cdot 10^3$	$2,5549 \cdot 10^2$	0,0000	444	$4,43 \cdot 10^3$	$3,0871 \cdot 10^2$	0,0000
396	$3,95 \cdot 10^3$	$2,2920 \cdot 10^2$	0,0000	445	$4,44 \cdot 10^3$	$3,0256 \cdot 10^2$	0,0000
397	$3,96 \cdot 10^3$	$2,1943 \cdot 10^2$	0,0000	446	$4,45 \cdot 10^3$	$2,4324 \cdot 10^2$	0,0000
398	$3,97 \cdot 10^3$	$2,0200 \cdot 10^2$	0,0000	447	$4,46 \cdot 10^3$	$2,0669 \cdot 10^2$	0,0000
399	$3,98 \cdot 10^3$	$1,9201 \cdot 10^2$	0,0000	448	$4,47 \cdot 10^3$	$1,9312 \cdot 10^2$	0,0000
400	$3,99 \cdot 10^3$	$2,6271 \cdot 10^2$	0,0000	449	$4,48 \cdot 10^3$	$2,1890 \cdot 10^2$	0,0000
401	$4,00 \cdot 10^3$	$3,0334 \cdot 10^2$	0,0000	450	$4,49 \cdot 10^3$	$2,3633 \cdot 10^2$	0,0000
402	$4,01 \cdot 10^3$	$2,8990 \cdot 10^2$	0,0000	451	$4,50 \cdot 10^3$	$2,4280 \cdot 10^2$	0,0000
403	$4,02 \cdot 10^3$	$2,8491 \cdot 10^2$	0,0000	452	$4,51 \cdot 10^3$	$3,5691 \cdot 10^2$	0,0000
404	$4,03 \cdot 10^3$	$1,4163 \cdot 10^2$	0,0000	453	$4,52 \cdot 10^3$	$2,4985 \cdot 10^2$	0,0000
405	$4,04 \cdot 10^3$	$7,5002 \cdot 10$	0,0000	454	$4,53 \cdot 10^3$	$2,6245 \cdot 10^2$	0,0000
406	$4,05 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	455	$4,54 \cdot 10^3$	$1,9572 \cdot 10^2$	0,0000
407	$4,06 \cdot 10^3$	$2,5001 \cdot 10^2$	0,0000	456	$4,55 \cdot 10^3$	$2,6383 \cdot 10^2$	0,0000
408	$4,07 \cdot 10^3$	$3,9786 \cdot 10^2$	0,0000	457	$4,56 \cdot 10^3$	$2,3607 \cdot 10^2$	0,0000
409	$4,08 \cdot 10^3$	$2,6168 \cdot 10^2$	0,0000	458	$4,57 \cdot 10^3$	$2,9465 \cdot 10^2$	0,0000
410	$4,09 \cdot 10^3$	$1,9639 \cdot 10^2$	0,0000	459	$4,58 \cdot 10^3$	$3,3397 \cdot 10^2$	0,0000
411	$4,10 \cdot 10^3$	$2,6384 \cdot 10^2$	0,0000	460	$4,59 \cdot 10^3$	$3,4858 \cdot 10^2$	0,0000
412	$4,11 \cdot 10^3$	$2,3564 \cdot 10^2$	0,0000	461	$4,60 \cdot 10^3$	$1,7827 \cdot 10^2$	0,0000
413	$4,12 \cdot 10^3$	$1,5060 \cdot 10^2$	0,0000	462	$4,61 \cdot 10^3$	$7,5059 \cdot 10$	0,0000
414	$4,13 \cdot 10^3$	$7,5916 \cdot 10$	0,0000	463	$4,62 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
415	$4,14 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	464	$4,63 \cdot 10^3$	$2,1431 \cdot 10^2$	0,0000
416	$4,15 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	465	$4,64 \cdot 10^3$	$3,3395 \cdot 10^2$	0,0000
417	$4,16 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	466	$4,65 \cdot 10^3$	$3,7826 \cdot 10^2$	0,0000
418	$4,17 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	467	$4,66 \cdot 10^3$	$2,5789 \cdot 10^2$	0,0000
419	$4,18 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	468	$4,67 \cdot 10^3$	$2,7945 \cdot 10^2$	0,0000
420	$4,19 \cdot 10^3$	$1,8750 \cdot 10^2$	0,0000	469	$4,68 \cdot 10^3$	$2,8757 \cdot 10^2$	0,0000

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
470	$4,69 \cdot 10^3$	$2,8989 \cdot 10^2$	0,0000	519	$5,18 \cdot 10^3$	$2,5182 \cdot 10^2$	0,0000
471	$4,70 \cdot 10^3$	$1,9101 \cdot 10^2$	0,0000	520	$5,19 \cdot 10^3$	$2,3258 \cdot 10^2$	0,0000
472	$4,71 \cdot 10^3$	$1,4690 \cdot 10^2$	0,0000	521	$5,20 \cdot 10^3$	$1,3402 \cdot 10^2$	0,0000
473	$4,72 \cdot 10^3$	$7,5841 \cdot 10$	0,0000	522	$5,21 \cdot 10^3$	$7,5004 \cdot 10$	0,0000
474	$4,73 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	523	$5,22 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
475	$4,74 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	524	$5,23 \cdot 10^3$	$2,5762 \cdot 10^2$	0,0000
476	$4,75 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	525	$5,24 \cdot 10^3$	$3,8863 \cdot 10^2$	0,0000
477	$4,76 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	526	$5,25 \cdot 10^3$	$2,5280 \cdot 10^2$	0,0000
478	$4,77 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	527	$5,26 \cdot 10^3$	$2,4443 \cdot 10^2$	0,0000
479	$4,78 \cdot 10^3$	$1,9316 \cdot 10^2$	0,0000	528	$5,27 \cdot 10^3$	$1,2030 \cdot 10^2$	0,0000
480	$4,79 \cdot 10^3$	$2,7660 \cdot 10^2$	0,0000	529	$5,28 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
481	$4,80 \cdot 10^3$	$3,0744 \cdot 10^2$	0,0000	530	$5,29 \cdot 10^3$	$1,7416 \cdot 10^2$	0,0000
482	$4,81 \cdot 10^3$	$2,0239 \cdot 10^2$	0,0000	531	$5,30 \cdot 10^3$	$2,4265 \cdot 10^2$	0,0000
483	$4,82 \cdot 10^3$	$1,3369 \cdot 10^2$	0,0000	532	$5,31 \cdot 10^3$	$2,6779 \cdot 10^2$	0,0000
484	$4,83 \cdot 10^3$	$9,8462 \cdot 10$	0,0000	533	$5,32 \cdot 10^3$	$1,7531 \cdot 10^2$	0,0000
485	$4,84 \cdot 10^3$	$1,4910 \cdot 10^2$	0,0000	534	$5,33 \cdot 10^3$	$1,1501 \cdot 10^2$	0,0000
486	$4,85 \cdot 10^3$	$1,8171 \cdot 10^2$	0,0000	535	$5,34 \cdot 10^3$	$7,5001 \cdot 10$	0,0000
487	$4,86 \cdot 10^3$	$1,9278 \cdot 10^2$	0,0000	536	$5,35 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
488	$4,87 \cdot 10^3$	$7,9237 \cdot 10$	0,0000	537	$5,36 \cdot 10^3$	$1,5079 \cdot 10^2$	0,0000
489	$4,88 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	538	$5,37 \cdot 10^3$	$1,5973 \cdot 10^2$	0,0000
490	$4,89 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	539	$5,38 \cdot 10^3$	$2,1994 \cdot 10^2$	0,0000
491	$4,90 \cdot 10^3$	$1,9454 \cdot 10^2$	0,0000	540	$5,39 \cdot 10^3$	$2,5679 \cdot 10^2$	0,0000
492	$4,91 \cdot 10^3$	$3,1151 \cdot 10^2$	0,0000	541	$5,40 \cdot 10^3$	$2,7047 \cdot 10^2$	0,0000
493	$4,92 \cdot 10^3$	$3,5465 \cdot 10^2$	0,0000	542	$5,41 \cdot 10^3$	$3,2785 \cdot 10^2$	0,0000
494	$4,93 \cdot 10^3$	$2,2676 \cdot 10^2$	0,0000	543	$5,42 \cdot 10^3$	$3,6247 \cdot 10^2$	0,0000
495	$4,94 \cdot 10^3$	$1,4258 \cdot 10^2$	0,0000	544	$5,43 \cdot 10^3$	$3,7532 \cdot 10^2$	0,0000
496	$4,95 \cdot 10^3$	$1,1132 \cdot 10^2$	0,0000	545	$5,44 \cdot 10^3$	$2,6840 \cdot 10^2$	0,0000
497	$4,96 \cdot 10^3$	$2,3100 \cdot 10^2$	0,0000	546	$5,45 \cdot 10^3$	$2,0024 \cdot 10^2$	0,0000
498	$4,97 \cdot 10^3$	$3,0891 \cdot 10^2$	0,0000	547	$5,46 \cdot 10^3$	$1,7493 \cdot 10^2$	0,0000
499	$4,98 \cdot 10^3$	$3,3784 \cdot 10^2$	0,0000	548	$5,47 \cdot 10^3$	$2,1998 \cdot 10^2$	0,0000
500	$4,99 \cdot 10^3$	$3,3941 \cdot 10^2$	0,0000	549	$5,48 \cdot 10^3$	$2,5059 \cdot 10^2$	0,0000
501	$5,00 \cdot 10^3$	$3,3765 \cdot 10^2$	0,0000	550	$5,49 \cdot 10^3$	$2,6197 \cdot 10^2$	0,0000
502	$5,01 \cdot 10^3$	$3,3698 \cdot 10^2$	0,0000	551	$5,50 \cdot 10^3$	$2,2138 \cdot 10^2$	0,0000
503	$5,02 \cdot 10^3$	$2,6230 \cdot 10^2$	0,0000	552	$5,51 \cdot 10^3$	$1,9489 \cdot 10^2$	0,0000
504	$5,03 \cdot 10^3$	$2,1561 \cdot 10^2$	0,0000	553	$5,52 \cdot 10^3$	$1,8505 \cdot 10^2$	0,0000
505	$5,04 \cdot 10^3$	$1,9828 \cdot 10^2$	0,0000	554	$5,53 \cdot 10^3$	$2,0054 \cdot 10^2$	0,0000
506	$5,05 \cdot 10^3$	$2,2938 \cdot 10^2$	0,0000	555	$5,54 \cdot 10^3$	$2,1117 \cdot 10^2$	0,0000
507	$5,06 \cdot 10^3$	$2,5051 \cdot 10^2$	0,0000	556	$5,55 \cdot 10^3$	$2,1512 \cdot 10^2$	0,0000
508	$5,07 \cdot 10^3$	$2,5835 \cdot 10^2$	0,0000	557	$5,56 \cdot 10^3$	$1,1951 \cdot 10^2$	0,0000
509	$5,08 \cdot 10^3$	$2,1119 \cdot 10^2$	0,0000	558	$5,57 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
510	$5,09 \cdot 10^3$	$1,8092 \cdot 10^2$	0,0000	559	$5,58 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
511	$5,10 \cdot 10^3$	$1,6968 \cdot 10^2$	0,0000	560	$5,59 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
512	$5,11 \cdot 10^3$	$1,6185 \cdot 10^2$	0,0000	561	$5,60 \cdot 10^3$	$1,6409 \cdot 10^2$	0,0000
513	$5,12 \cdot 10^3$	$1,5802 \cdot 10^2$	0,0000	562	$5,61 \cdot 10^3$	$1,8281 \cdot 10^2$	0,0000
514	$5,13 \cdot 10^3$	$1,5661 \cdot 10^2$	0,0000	563	$5,62 \cdot 10^3$	$3,1968 \cdot 10^2$	0,0000
515	$5,14 \cdot 10^3$	$2,7782 \cdot 10^2$	0,0000	564	$5,63 \cdot 10^3$	$4,0360 \cdot 10^2$	0,0000
516	$5,15 \cdot 10^3$	$3,5385 \cdot 10^2$	0,0000	565	$5,64 \cdot 10^3$	$2,5130 \cdot 10^2$	0,0000
517	$5,16 \cdot 10^3$	$3,8207 \cdot 10^2$	0,0000	566	$5,65 \cdot 10^3$	$2,5859 \cdot 10^2$	0,0000
518	$5,17 \cdot 10^3$	$3,0362 \cdot 10^2$	0,0000	567	$5,66 \cdot 10^3$	$1,4696 \cdot 10^2$	0,0000

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.15

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
568	$5,67 \cdot 10^3$	$7,9506 \cdot 10$	0,0000	617	$6,16 \cdot 10^3$	$1,6323 \cdot 10^2$	0,0000
569	$5,68 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	618	$6,17 \cdot 10^3$	$1,2318 \cdot 10^2$	0,0000
570	$5,69 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	619	$6,18 \cdot 10^3$	$1,0831 \cdot 10^2$	0,0000
571	$5,70 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	620	$6,19 \cdot 10^3$	$1,9434 \cdot 10^2$	0,0000
572	$5,71 \cdot 10^3$	$2,3944 \cdot 10^2$	0,0000	621	$6,20 \cdot 10^3$	$2,4961 \cdot 10^2$	0,0000
573	$5,72 \cdot 10^3$	$3,8270 \cdot 10^2$	0,0000	622	$6,21 \cdot 10^3$	$2,7014 \cdot 10^2$	0,0000
574	$5,73 \cdot 10^3$	$2,5205 \cdot 10^2$	0,0000	623	$6,22 \cdot 10^3$	$1,3621 \cdot 10^2$	0,0000
575	$5,74 \cdot 10^3$	$2,4427 \cdot 10^2$	0,0000	624	$6,23 \cdot 10^3$	$7,5001 \cdot 10$	0,0000
576	$5,75 \cdot 10^3$	$2,3657 \cdot 10^2$	0,0000	625	$6,24 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
577	$5,76 \cdot 10^3$	$2,3370 \cdot 10^2$	0,0000	626	$6,25 \cdot 10^3$	$1,6433 \cdot 10^2$	0,0000
578	$5,77 \cdot 10^3$	$2,1502 \cdot 10^2$	0,0000	627	$6,26 \cdot 10^3$	$2,6386 \cdot 10^2$	0,0000
579	$5,78 \cdot 10^3$	$2,0360 \cdot 10^2$	0,0000	628	$6,27 \cdot 10^3$	$2,9963 \cdot 10^2$	0,0000
580	$5,79 \cdot 10^3$	$1,9937 \cdot 10^2$	0,0000	629	$6,28 \cdot 10^3$	$1,7126 \cdot 10^2$	0,0000
581	$5,80 \cdot 10^3$	$1,7135 \cdot 10^2$	0,0000	630	$6,29 \cdot 10^3$	$7,5234 \cdot 10$	0,0000
582	$5,81 \cdot 10^3$	$7,5027 \cdot 10$	0,0000	631	$6,30 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
583	$5,82 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	632	$6,31 \cdot 10^3$	$1,5323 \cdot 10^2$	0,0000
584	$5,83 \cdot 10^3$	$2,4093 \cdot 10^2$	0,0000	633	$6,32 \cdot 10^3$	$2,2403 \cdot 10^2$	0,0000
585	$5,84 \cdot 10^3$	$3,8125 \cdot 10^2$	0,0000	634	$6,33 \cdot 10^3$	$2,4868 \cdot 10^2$	0,0000
586	$5,85 \cdot 10^3$	$2,5068 \cdot 10^2$	0,0000	635	$6,34 \cdot 10^3$	$1,4911 \cdot 10^2$	0,0000
587	$5,86 \cdot 10^3$	$2,7737 \cdot 10^2$	0,0000	636	$6,35 \cdot 10^3$	$7,5048 \cdot 10$	0,0000
588	$5,87 \cdot 10^3$	$1,7853 \cdot 10^2$	0,0000	637	$6,36 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
589	$5,88 \cdot 10^3$	$1,4097 \cdot 10^2$	0,0000	638	$6,37 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
590	$5,89 \cdot 10^3$	$7,5075 \cdot 10$	0,0000	639	$6,38 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
591	$5,90 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	640	$6,39 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
592	$5,91 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	641	$6,40 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
593	$5,92 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	642	$6,41 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
594	$5,93 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	643	$6,42 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
595	$5,94 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	644	$6,43 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
596	$5,95 \cdot 10^3$	$1,8528 \cdot 10^2$	0,0000	645	$6,44 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
597	$5,96 \cdot 10^3$	$2,3985 \cdot 10^2$	0,0000	646	$6,45 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
598	$5,97 \cdot 10^3$	$2,6005 \cdot 10^2$	0,0000	647	$6,46 \cdot 10^3$	$1,9867 \cdot 10^2$	0,0000
599	$5,98 \cdot 10^3$	$2,9126 \cdot 10^2$	0,0000	648	$6,47 \cdot 10^3$	$2,8426 \cdot 10^2$	0,0000
600	$5,99 \cdot 10$	$3,0889 \cdot 10^2$	0,0000	649	$6,48 \cdot 10^3$	$3,1593 \cdot 10^2$	0,0000
601	$6,00 \cdot 10^3$	$3,1542 \cdot 10^2$	0,0000	650	$6,49 \cdot 10^3$	$3,5952 \cdot 10^2$	0,0000
602	$6,01 \cdot 10^3$	$2,8274 \cdot 10^2$	0,0000	651	$6,50 \cdot 10^3$	$3,8380 \cdot 10^2$	0,0000
603	$6,02 \cdot 10^3$	$2,6166 \cdot 10^2$	0,0000	652	$6,51 \cdot 10^3$	$3,9280 \cdot 10^2$	0,0000
604	$6,03 \cdot 10^3$	$2,5383 \cdot 10^2$	0,0000	653	$6,52 \cdot 10^3$	$2,9814 \cdot 10^2$	0,0000
605	$6,04 \cdot 10^3$	$2,1245 \cdot 10^2$	0,0000	654	$6,53 \cdot 10^3$	$3,4213 \cdot 10^2$	0,0000
606	$6,05 \cdot 10^3$	$1,8728 \cdot 10^2$	0,0000	655	$6,54 \cdot 10^3$	$3,5846 \cdot 10^2$	0,0000
607	$6,06 \cdot 10^3$	$1,7795 \cdot 10^2$	0,0000	656	$6,55 \cdot 10^3$	$3,0525 \cdot 10^2$	0,0000
608	$6,07 \cdot 10^3$	$3,4041 \cdot 10^2$	0,0000	657	$6,56 \cdot 10^3$	$2,7039 \cdot 10^2$	0,0000
609	$6,08 \cdot 10^3$	$2,5672 \cdot 10^2$	0,0000	658	$6,57 \cdot 10^3$	$2,5744 \cdot 10^2$	0,0000
610	$6,09 \cdot 10^3$	$2,7809 \cdot 10^2$	0,0000	659	$6,58 \cdot 10^3$	$2,1990 \cdot 10^2$	0,0000
611	$6,10 \cdot 10^3$	$2,8846 \cdot 10^2$	0,0000	660	$6,59 \cdot 10^3$	$7,5555 \cdot 10$	0,0000
612	$6,11 \cdot 10^3$	$1,8101 \cdot 10^2$	0,0000	661	$6,60 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
613	$6,12 \cdot 10^3$	$1,3728 \cdot 10^2$	0,0000	662	$6,61 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
614	$6,13 \cdot 10^3$	$1,8161 \cdot 10^2$	0,0000	663	$6,62 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
615	$6,14 \cdot 10^3$	$2,1352 \cdot 10^2$	0,0000	664	$6,63 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
616	$6,15 \cdot 10^3$	$2,2538 \cdot 10^2$	0,0000	665	$6,64 \cdot 10^3$	$1,4702 \cdot 10^2$	0,0000



№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
666	$6,65 \cdot 10^3$	$2,1696 \cdot 10^2$	0,0000	715	$7,14 \cdot 10^3$	$1,7205 \cdot 10^2$	0,0000
667	$6,66 \cdot 10^3$	$2,4056 \cdot 10^2$	0,0000	716	$7,15 \cdot 10^3$	$2,4151 \cdot 10^2$	0,0000
668	$6,67 \cdot 10^3$	$1,2169 \cdot 10^2$	0,0000	717	$7,16 \cdot 10^3$	$2,8832 \cdot 10^2$	0,0000
669	$6,68 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	718	$7,17 \cdot 10^3$	$3,0570 \cdot 10^2$	0,0000
670	$6,69 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	719	$7,18 \cdot 10^3$	$3,0129 \cdot 10^2$	0,0000
671	$6,70 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	720	$7,19 \cdot 10^3$	$2,9687 \cdot 10^2$	0,0000
672	$6,71 \cdot 10^3$	$1,7798 \cdot 10^2$	0,0000	721	$7,20 \cdot 10^3$	$2,9522 \cdot 10^2$	0,0000
673	$6,72 \cdot 10^3$	$2,0169 \cdot 10^2$	0,0000	722	$7,21 \cdot 10^3$	$2,1972 \cdot 10^2$	0,0000
674	$6,73 \cdot 10^3$	$1,7855 \cdot 10^2$	0,0000	723	$7,22 \cdot 10^3$	$1,7260 \cdot 10^2$	0,0000
675	$6,74 \cdot 10^3$	$1,6181 \cdot 10^2$	0,0000	724	$7,23 \cdot 10^3$	$1,5511 \cdot 10^2$	0,0000
676	$6,75 \cdot 10^3$	$1,5558 \cdot 10^2$	0,0000	725	$7,24 \cdot 10^3$	$1,5831 \cdot 10^2$	0,0000
677	$6,76 \cdot 10^3$	$2,5842 \cdot 10^2$	0,0000	726	$7,25 \cdot 10^3$	$1,6198 \cdot 10^2$	0,0000
678	$6,77 \cdot 10^3$	$3,2341 \cdot 10^2$	0,0000	727	$7,26 \cdot 10^3$	$1,6335 \cdot 10^2$	0,0000
679	$6,78 \cdot 10^3$	$3,4753 \cdot 10^2$	0,0000	728	$7,27 \cdot 10^3$	$2,7490 \cdot 10^2$	0,0000
680	$6,79 \cdot 10^3$	$3,8212 \cdot 10^2$	0,0000	729	$7,28 \cdot 10^3$	$3,5306 \cdot 10^2$	0,0000
681	$6,80 \cdot 10^3$	$4,0149 \cdot 10^2$	0,0000	730	$7,29 \cdot 10^3$	$3,9000 \cdot 10^2$	0,0000
682	$6,81 \cdot 10^3$	$4,0867 \cdot 10^2$	0,0000	731	$7,30 \cdot 10^3$	$2,1434 \cdot 10^2$	0,0000
683	$6,82 \cdot 10^3$	$2,6015 \cdot 10^2$	0,0000	732	$7,31 \cdot 10^3$	$1,7444 \cdot 10^2$	0,0000
684	$6,83 \cdot 10^3$	$2,7471 \cdot 10^2$	0,0000	733	$7,32 \cdot 10^3$	$7,7782 \cdot 10$	0,0000
685	$6,84 \cdot 10^3$	$2,8012 \cdot 10^2$	0,0000	734	$7,33 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
686	$6,85 \cdot 10^3$	$2,0986 \cdot 10^2$	0,0000	735	$7,34 \cdot 10^3$	$1,5833 \cdot 10^2$	0,0000
687	$6,86 \cdot 10^3$	$2,8605 \cdot 10^2$	0,0000	736	$7,35 \cdot 10^3$	$1,6807 \cdot 10^2$	0,0000
688	$6,87 \cdot 10^3$	$2,5750 \cdot 10^2$	0,0000	737	$7,36 \cdot 10^3$	$7,5774 \cdot 10$	0,0000
689	$6,88 \cdot 10^3$	$2,4325 \cdot 10^2$	0,0000	738	$7,37 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
690	$6,89 \cdot 10^3$	$2,3705 \cdot 10^2$	0,0000	739	$7,38 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000
691	$6,90 \cdot 10^3$	$2,3476 \cdot 10^2$	0,0000	740	$7,39 \cdot 10^3$	$9,9178 \cdot 10$	0,0000
692	$6,91 \cdot 10^3$	$2,7899 \cdot 10^2$	0,0000	741	$7,40 \cdot 10^3$	$2,1747 \cdot 10^2$	0,0000
693	$6,92 \cdot 10^3$	$3,1471 \cdot 10^2$	0,0000	742	$7,41 \cdot 10^3$	$2,4734 \cdot 10^2$	0,0000
694	$6,93 \cdot 10^3$	$3,4033 \cdot 10^2$	0,0000	743	$7,42 \cdot 10^3$	$3,1422 \cdot 10^2$	0,0000
695	$6,94 \cdot 10^3$	$3,7510 \cdot 10^2$	0,0000	744	$7,43 \cdot 10^3$	$3,5325 \cdot 10^2$	0,0000
696	$6,95 \cdot 10^3$	$3,9444 \cdot 10^2$	0,0000	745	$7,44 \cdot 10^3$	$3,6772 \cdot 10^2$	0,0000
697	$6,96 \cdot 10^3$	$4,0160 \cdot 10^2$	0,0000	746	$7,45 \cdot 10^3$	$2,6816 \cdot 10^2$	0,0000
698	$6,97 \cdot 10^3$	$2,5861 \cdot 10^2$	0,0000	747	$7,46 \cdot 10^3$	$2,0444 \cdot 10^2$	0,0000
699	$6,98 \cdot 10^3$	$2,9021 \cdot 10^2$	0,0000	748	$7,47 \cdot 10^3$	$1,8078 \cdot 10^2$	0,0000
700	$6,99 \cdot 10^3$	$2,3338 \cdot 10^2$	0,0000	749	$7,48 \cdot 10^3$	$2,7105 \cdot 10^2$	0,0000
701	$7,00 \cdot 10^3$	$2,7315 \cdot 10^2$	0,0000	750	$7,49 \cdot 10^3$	$3,2982 \cdot 10^2$	0,0000
702	$7,01 \cdot 10^3$	$3,0355 \cdot 10^2$	0,0000	751	$7,50 \cdot 10^3$	$3,5164 \cdot 10^2$	0,0000
703	$7,02 \cdot 10^3$	$3,1486 \cdot 10^2$	0,0000	752	$7,51 \cdot 10^3$	$2,3843 \cdot 10^2$	0,0000
704	$7,03 \cdot 10^3$	$1,9189 \cdot 10^2$	0,0000	753	$7,52 \cdot 10^3$	$1,6546 \cdot 10^2$	0,0000
705	$7,04 \cdot 10^3$	$1,1382 \cdot 10^2$	0,0000	754	$7,53 \cdot 10^3$	$1,3837 \cdot 10^2$	0,0000
706	$7,05 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	755	$7,54 \cdot 10^3$	$3,5452 \cdot 10^2$	0,0000
707	$7,06 \cdot 10^3$	$1,8786 \cdot 10^2$	0,0000	756	$7,55 \cdot 10^3$	$2,8466 \cdot 10^2$	0,0000
708	$7,07 \cdot 10^3$	$2,5551 \cdot 10^2$	0,0000	757	$7,56 \cdot 10^3$	$3,1423 \cdot 10^2$	0,0000
709	$7,08 \cdot 10^3$	$2,8054 \cdot 10^2$	0,0000	758	$7,57 \cdot 10^3$	$2,3984 \cdot 10^2$	0,0000
710	$7,09 \cdot 10^3$	$3,7226 \cdot 10^2$	0,0000	759	$7,58 \cdot 10^3$	$1,9845 \cdot 10^2$	0,0000
711	$7,10 \cdot 10^3$	$2,4834 \cdot 10^2$	0,0000	760	$7,59 \cdot 10^3$	$2,9774 \cdot 10^2$	0,0000
712	$7,11 \cdot 10^3$	$2,5880 \cdot 10^2$	0,0000	761	$7,60 \cdot 10^3$	$3,7797 \cdot 10^2$	0,0000
713	$7,12 \cdot 10^3$	$2,9324 \cdot 10^2$	0,0000	762	$7,61 \cdot 10^3$	$2,4969 \cdot 10^2$	0,0000
714	$7,13 \cdot 10^3$	$2,0692 \cdot 10^2$	0,0000	763	$7,62 \cdot 10^3$	$2,6069 \cdot 10^2$	0,0000

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.15

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
764	$7,63 \cdot 10^3$	$3,5693 \cdot 10^2$	0,0000	813	$8,12 \cdot 10^3$	$6,3175 \cdot 10^{-10}$	0,0000
765	$7,64 \cdot 10^3$	$4,0624 \cdot 10^2$	0,0000	814	$8,13 \cdot 10^3$	$3,8816 \cdot 10^{-15}$	0,0000
766	$7,65 \cdot 10^3$	$2,6101 \cdot 10^2$	0,0000	815	$8,14 \cdot 10^3$	$2,3849 \cdot 10^{-20}$	0,0000
767	$7,66 \cdot 10^3$	$1,9767 \cdot 10^2$	0,0000	816	$8,15 \cdot 10^3$	$1,4653 \cdot 10^{-25}$	0,0000
768	$7,67 \cdot 10^3$	$2,6312 \cdot 10^2$	0,0000	817	$8,16 \cdot 10^3$	$9,0036 \cdot 10^{-31}$	0,0000
769	$7,68 \cdot 10^3$	$2,3764 \cdot 10^2$	0,0000	818	$8,17 \cdot 10^3$	$5,5320 \cdot 10^{-36}$	0,0000
770	$7,69 \cdot 10^3$	$2,8703 \cdot 10^2$	0,0000	819	$8,18 \cdot 10^3$	$3,3989 \cdot 10^{-41}$	0,0000
771	$7,70 \cdot 10^3$	$3,2038 \cdot 10^2$	0,0000	820	$8,19 \cdot 10^3$	$2,0884 \cdot 10^{-46}$	0,0000
772	$7,71 \cdot 10^3$	$3,3277 \cdot 10^2$	0,0000	821	$8,20 \cdot 10^3$	$1,2831 \cdot 10^{-51}$	0,0000
773	$7,72 \cdot 10^3$	$2,6630 \cdot 10^2$	0,0000	822	$8,21 \cdot 10^3$	$7,8840 \cdot 10^{-57}$	0,0000
774	$7,73 \cdot 10^3$	$2,2351 \cdot 10^2$	0,0000	823	$8,22 \cdot 10^3$	$4,8441 \cdot 10^{-62}$	$1,1000 \cdot 10^3$
775	$7,74 \cdot 10^3$	$2,0762 \cdot 10^2$	0,0000	824	$8,23 \cdot 10^3$	$2,9763 \cdot 10^{-67}$	$1,1000 \cdot 10^3$
776	$7,75 \cdot 10^3$	$2,8516 \cdot 10^2$	0,0000	825	$8,24 \cdot 10^3$	$1,8287 \cdot 10^{-72}$	$1,1000 \cdot 10^3$
777	$7,76 \cdot 10^3$	$2,4166 \cdot 10^2$	0,0000	826	$8,25 \cdot 10^3$	$1,1236 \cdot 10^{-77}$	$1,1000 \cdot 10^3$
778	$7,77 \cdot 10^3$	$2,2548 \cdot 10^2$	0,0000	827	$8,26 \cdot 10^3$	$6,9036 \cdot 10^{-83}$	$1,1000 \cdot 10^3$
779	$7,78 \cdot 10^3$	$1,4998 \cdot 10^2$	0,0000	828	$8,27 \cdot 10^3$	$4,2417 \cdot 10^{-88}$	$1,1000 \cdot 10^3$
780	$7,79 \cdot 10^3$	$7,8373 \cdot 10$	0,0000	829	$8,28 \cdot 10^3$	$2,6062 \cdot 10^{-93}$	$1,1000 \cdot 10^3$
781	$7,80 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	830	$8,29 \cdot 10^3$	$1,6013 \cdot 10^{-98}$	$1,1000 \cdot 10^3$
782	$7,81 \cdot 10^3$	$1,1307 \cdot 10^2$	0,0000	831	$8,30 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
783	$7,82 \cdot 10^3$	$1,7810 \cdot 10^2$	0,0000	832	$8,31 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
784	$7,83 \cdot 10^3$	$1,9146 \cdot 10^2$	0,0000	833	$8,32 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
785	$7,84 \cdot 10^3$	$3,7156 \cdot 10^2$	0,0000	834	$8,33 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
786	$7,85 \cdot 10^3$	$2,7924 \cdot 10^2$	0,0000	835	$8,34 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
787	$7,86 \cdot 10^3$	$3,0314 \cdot 10^2$	0,0000	836	$8,35 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
788	$7,87 \cdot 10^3$	$2,9254 \cdot 10^2$	0,0000	837	$8,36 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
789	$7,88 \cdot 10^3$	$2,8362 \cdot 10^2$	0,0000	838	$8,37 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
790	$7,89 \cdot 10^3$	$2,8030 \cdot 10^2$	0,0000	839	$8,38 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
791	$7,90 \cdot 10^3$	$2,6462 \cdot 10^2$	0,0000	840	$8,39 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
792	$7,91 \cdot 10^3$	$1,3176 \cdot 10^2$	0,0000	841	$8,40 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
793	$7,92 \cdot 10^3$	$7,5006 \cdot 10$	0,0000	842	$8,41 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
794	$7,93 \cdot 10^3$	$1,5567 \cdot 10^2$	0,0000	843	$8,42 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
795	$7,94 \cdot 10^3$	$2,1154 \cdot 10^2$	0,0000	844	$8,43 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
796	$7,95 \cdot 10^3$	$2,3125 \cdot 10^2$	0,0000	845	$8,44 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
797	$7,96 \cdot 10^3$	$1,1676 \cdot 10^2$	0,0000	846	$8,45 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
798	$7,97 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	847	$8,46 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
799	$7,98 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	848	$8,47 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
800	$7,99 \cdot 10^3$	$1,8295 \cdot 10^2$	0,0000	849	$8,48 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
801	$8,00 \cdot 10^3$	$2,9229 \cdot 10^2$	0,0000	850	$8,49 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
802	$8,01 \cdot 10^3$	$3,3240 \cdot 10^2$	0,0000	851	$8,50 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
803	$8,02 \cdot 10^3$	$2,6649 \cdot 10^2$	0,0000	852	$8,51 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
804	$8,03 \cdot 10^3$	$2,7450 \cdot 10^2$	0,0000	853	$8,52 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
805	$8,04 \cdot 10^3$	$2,8576 \cdot 10^2$	0,0000	854	$8,53 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
806	$8,05 \cdot 10^3$	$2,8998 \cdot 10^2$	0,0000	855	$8,54 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
807	$8,06 \cdot 10^3$	$1,8728 \cdot 10^2$	0,0000	856	$8,55 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
808	$8,07 \cdot 10^3$	$1,4296 \cdot 10^2$	0,0000	857	$8,56 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
809	$8,08 \cdot 10^3$	$7,5042 \cdot 10$	0,0000	858	$8,57 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
810	$8,09 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	859	$8,58 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
811	$8,10 \cdot 10^3$	$1,6734 \cdot 10$	0,0000	860	$8,59 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
812	$8,11 \cdot 10^3$	$1,0282 \cdot 10^{-1}$	0,0000	861	$8,60 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$

Продовження табл. 7.15

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
862	$8,61 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	911	$9,10 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
863	$8,62 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	912	$9,11 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
864	$8,63 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	913	$9,12 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
865	$8,64 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	914	$9,13 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
866	$8,65 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	915	$9,14 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
867	$8,66 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	916	$9,15 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
868	$8,67 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	917	$9,16 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
869	$8,68 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	918	$9,17 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
870	$8,69 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	919	$9,18 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
871	$8,70 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	920	$9,19 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
872	$8,71 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	921	$9,20 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
873	$8,72 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	922	$9,21 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
874	$8,73 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	923	$9,22 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
875	$8,74 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	924	$9,23 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
876	$8,75 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	925	$9,24 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
877	$8,76 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	926	$9,25 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
878	$8,77 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	927	$9,26 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
879	$8,78 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	928	$9,27 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
880	$8,79 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	929	$9,28 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
881	$8,80 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	930	$9,29 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
882	$8,81 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	931	$9,30 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
883	$8,82 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	932	$9,31 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
884	$8,83 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	933	$9,32 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
885	$8,84 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	934	$9,33 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
886	$8,85 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	935	$9,34 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
887	$8,86 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	936	$9,35 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
888	$8,87 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	937	$9,36 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
889	$8,88 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	938	$9,37 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
890	$8,89 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	939	$9,38 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
891	$8,90 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	940	$9,39 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$
892	$8,91 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	941	$9,40 \cdot 10^3$	$5,9153 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
893	$8,92 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	942	$9,41 \cdot 10^3$	$7,4999 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
894	$8,93 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	943	$9,42 \cdot 10^3$	$1,1250 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
895	$8,94 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	944	$9,43 \cdot 10^3$	$7,5142 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
896	$8,95 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	945	$9,44 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
897	$8,96 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	946	$9,45 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
898	$8,97 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	947	$9,46 \cdot 10^3$	$1,9484 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
899	$8,98 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	948	$9,47 \cdot 10^3$	$3,1348 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
900	$8,99 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	949	$9,48 \cdot 10^3$	$3,5722 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
901	$9,00 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	950	$9,49 \cdot 10^3$	$3,1339 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
902	$9,01 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	951	$9,50 \cdot 10^3$	$2,8179 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
903	$9,02 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	952	$9,51 \cdot 10^3$	$2,7004 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
904	$9,03 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	953	$9,52 \cdot 10^3$	$1,4295 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
905	$9,04 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	954	$9,53 \cdot 10^3$	$7,5005 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
906	$9,05 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	955	$9,54 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
907	$9,06 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	956	$9,55 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
908	$9,07 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	957	$9,56 \cdot 10^3$	$1,8993 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
909	$9,08 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	958	$9,57 \cdot 10^3$	$2,1266 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
910	$9,09 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	959	$9,58 \cdot 10^3$	$1,8360 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.15

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
960	$9,59 \cdot 10^3$	$1,6325 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1009	$1,00 \cdot 10^4$	$2,5544 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
961	$9,60 \cdot 10^3$	$1,5569 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1010	$1,00 \cdot 10^4$	$2,2141 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
962	$9,61 \cdot 10^3$	$2,9624 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1011	$1,01 \cdot 10^4$	$1,9719 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
963	$9,62 \cdot 10^3$	$3,8496 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1012	$1,01 \cdot 10^4$	$1,8819 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
964	$9,63 \cdot 10^3$	$2,5477 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1013	$1,01 \cdot 10^4$	$7,7607 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
965	$9,64 \cdot 10^3$	$2,4743 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1014	$1,01 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
966	$9,65 \cdot 10^3$	$2,4930 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1015	$1,01 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
967	$9,66 \cdot 10^3$	$2,4998 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1016	$1,01 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
968	$9,67 \cdot 10^3$	$2,1746 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1017	$1,01 \cdot 10^4$	$2,0680 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
969	$9,68 \cdot 10^3$	$1,9703 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1018	$1,01 \cdot 10^4$	$2,3503 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
970	$9,69 \cdot 10^3$	$1,8944 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1019	$1,01 \cdot 10^4$	$2,4878 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
971	$9,70 \cdot 10^3$	$3,0952 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1020	$1,01 \cdot 10^4$	$2,5470 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
972	$9,71 \cdot 10^3$	$2,9936 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1021	$1,02 \cdot 10^4$	$2,5689 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
973	$9,72 \cdot 10^3$	$2,9559 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1022	$1,02 \cdot 10^4$	$2,0651 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
974	$9,73 \cdot 10^3$	$3,1905 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1023	$1,02 \cdot 10^4$	$1,7476 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
975	$9,74 \cdot 10^3$	$3,3409 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1024	$1,02 \cdot 10^4$	$1,6297 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
976	$9,75 \cdot 10^3$	$3,3968 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1025	$1,02 \cdot 10^4$	$2,9859 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
977	$9,76 \cdot 10^3$	$2,1585 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1026	$1,02 \cdot 10^4$	$3,8463 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
978	$9,77 \cdot 10^3$	$1,3778 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1027	$1,02 \cdot 10^4$	$2,6795 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
979	$9,78 \cdot 10^3$	$1,0880 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1028	$1,02 \cdot 10^4$	$2,5317 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
980	$9,79 \cdot 10^3$	$1,8892 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1029	$1,02 \cdot 10^4$	$1,4876 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
981	$9,80 \cdot 10^3$	$2,4196 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1030	$1,02 \cdot 10^4$	$1,0978 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
982	$9,81 \cdot 10^3$	$2,6164 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1031	$1,03 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
983	$9,82 \cdot 10^3$	$2,0767 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1032	$1,03 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
984	$9,83 \cdot 10^3$	$1,7201 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1033	$1,03 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
985	$9,84 \cdot 10^3$	$1,5877 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1034	$1,03 \cdot 10^4$	$1,0670 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
986	$9,85 \cdot 10^3$	$2,5523 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1035	$1,03 \cdot 10^4$	$1,8714 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
987	$9,86 \cdot 10^3$	$3,1689 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1036	$1,03 \cdot 10^4$	$2,0435 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
988	$9,87 \cdot 10^3$	$3,3978 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1037	$1,03 \cdot 10^4$	$2,4267 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
989	$9,88 \cdot 10^3$	$2,6455 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1038	$1,03 \cdot 10^4$	$2,6504 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
990	$9,89 \cdot 10^3$	$2,1527 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1039	$1,03 \cdot 10^4$	$2,7333 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
991	$9,90 \cdot 10^3$	$1,9697 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1040	$1,03 \cdot 10^4$	$2,0374 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
992	$9,91 \cdot 10^3$	$3,5498 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1041	$1,04 \cdot 10^4$	$1,5938 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
993	$9,92 \cdot 10^3$	$2,6350 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1042	$1,04 \cdot 10^4$	$1,4291 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
994	$9,93 \cdot 10^3$	$2,8499 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1043	$1,04 \cdot 10^4$	$1,5615 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
995	$9,94 \cdot 10^3$	$2,1395 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1044	$1,04 \cdot 10^4$	$1,6601 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
996	$9,95 \cdot 10^3$	$2,8959 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1045	$1,04 \cdot 10^4$	$1,6968 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
997	$9,96 \cdot 10^3$	$2,5975 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1046	$1,04 \cdot 10^4$	$8,5128 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
998	$9,97 \cdot 10^3$	$3,3701 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1047	$1,04 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
999	$9,98 \cdot 10^3$	$3,8823 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1048	$1,04 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1000	$9,99 \cdot 10^3$	$4,0725 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1049	$1,04 \cdot 10^4$	$2,9330 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1001	$1,00 \cdot 10^4$	$3,0931 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1050	$1,04 \cdot 10^4$	$2,6003 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1002	$1,00 \cdot 10^4$	$2,4618 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1051	$1,05 \cdot 10^4$	$2,9131 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1003	$1,00 \cdot 10^4$	$2,2274 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1052	$1,05 \cdot 10^4$	$3,0018 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1004	$1,00 \cdot 10^4$	$9,3974 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1053	$1,05 \cdot 10^4$	$3,0261 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1005	$1,00 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1054	$1,05 \cdot 10^4$	$3,0349 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1006	$1,00 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1055	$1,05 \cdot 10^4$	$2,5822 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1007	$1,00 \cdot 10^4$	$1,2071 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1056	$1,05 \cdot 10^4$	$7,9308 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1008	$1,00 \cdot 10^4$	$2,2486 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1057	$1,05 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$

Продовження табл. 7.15

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
1058	$1,05 \cdot 10^4$	$2,7645 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1107	$1,10 \cdot 10^4$	$2,0510 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1059	$1,05 \cdot 10^4$	$2,5749 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1108	$1,10 \cdot 10^4$	$1,9832 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1060	$1,05 \cdot 10^4$	$2,8400 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1109	$1,10 \cdot 10^4$	$2,0000 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1061	$1,06 \cdot 10^4$	$2,7902 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1110	$1,10 \cdot 10^4$	$2,0169 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1062	$1,06 \cdot 10^4$	$1,5046 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1111	$1,11 \cdot 10^4$	$2,0232 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1063	$1,06 \cdot 10^4$	$7,5974 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1112	$1,11 \cdot 10^4$	$2,7333 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1064	$1,06 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1113	$1,11 \cdot 10^4$	$3,1774 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1065	$1,06 \cdot 10^4$	$1,5250 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1114	$1,11 \cdot 10^4$	$3,3422 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1066	$1,06 \cdot 10^4$	$1,6109 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1115	$1,11 \cdot 10^4$	$2,3387 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1067	$1,06 \cdot 10^4$	$2,3323 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1116	$1,11 \cdot 10^4$	$2,8402 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1068	$1,06 \cdot 10^4$	$2,7759 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1117	$1,11 \cdot 10^4$	$2,4430 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1069	$1,06 \cdot 10^4$	$2,9405 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1118	$1,11 \cdot 10^4$	$2,0798 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1070	$1,06 \cdot 10^4$	$2,2950 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1119	$1,11 \cdot 10^4$	$2,0458 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1071	$1,07 \cdot 10^4$	$1,8752 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1120	$1,11 \cdot 10^4$	$3,1493 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1072	$1,07 \cdot 10^4$	$1,7193 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1121	$1,12 \cdot 10^4$	$3,2674 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1073	$1,07 \cdot 10^4$	$2,9971 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1122	$1,12 \cdot 10^4$	$3,2567 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1074	$1,07 \cdot 10^4$	$3,8120 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1123	$1,12 \cdot 10^4$	$2,6910 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1075	$1,07 \cdot 10^4$	$4,1145 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1124	$1,12 \cdot 10^4$	$2,0493 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1076	$1,07 \cdot 10^4$	$4,1323 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1125	$1,12 \cdot 10^4$	$2,7329 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1077	$1,07 \cdot 10^4$	$4,1147 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1126	$1,12 \cdot 10^4$	$2,4707 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1078	$1,07 \cdot 10^4$	$4,1080 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1127	$1,12 \cdot 10^4$	$3,2044 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1079	$1,07 \cdot 10^4$	$2,0471 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1128	$1,12 \cdot 10^4$	$3,6887 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1080	$1,07 \cdot 10^4$	$7,5226 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1129	$1,12 \cdot 10^4$	$3,8686 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1081	$1,08 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1130	$1,12 \cdot 10^4$	$4,1611 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1082	$1,08 \cdot 10^4$	$2,6076 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1131	$1,13 \cdot 10^4$	$2,5783 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1083	$1,08 \cdot 10^4$	$3,4419 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1132	$1,13 \cdot 10^4$	$2,6149 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1084	$1,08 \cdot 10^4$	$2,7003 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1133	$1,13 \cdot 10^4$	$2,4492 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1085	$1,08 \cdot 10^4$	$2,9998 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1134	$1,13 \cdot 10^4$	$2,3420 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1086	$1,08 \cdot 10^4$	$3,1566 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1135	$1,13 \cdot 10^4$	$2,3021 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1087	$1,08 \cdot 10^4$	$3,2147 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1136	$1,13 \cdot 10^4$	$2,1816 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1088	$1,08 \cdot 10^4$	$3,9293 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1137	$1,13 \cdot 10^4$	$2,1099 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1089	$1,08 \cdot 10^4$	$2,6054 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1138	$1,13 \cdot 10^4$	$2,0833 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1090	$1,08 \cdot 10^4$	$2,7022 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1139	$1,13 \cdot 10^4$	$2,2074 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1091	$1,09 \cdot 10^4$	$2,4393 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1140	$1,13 \cdot 10^4$	$2,2877 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1092	$1,09 \cdot 10^4$	$2,2654 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1141	$1,14 \cdot 10^4$	$2,3175 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1093	$1,09 \cdot 10^4$	$2,2008 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1142	$1,14 \cdot 10^4$	$2,8167 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1094	$1,09 \cdot 10^4$	$2,5757 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1143	$1,14 \cdot 10^4$	$3,1264 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1095	$1,09 \cdot 10^4$	$2,8165 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1144	$1,14 \cdot 10^4$	$3,2414 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1096	$1,09 \cdot 10^4$	$2,9059 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1145	$1,14 \cdot 10^4$	$2,6375 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1097	$1,09 \cdot 10^4$	$2,7715 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1146	$1,14 \cdot 10^4$	$2,2485 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1098	$1,09 \cdot 10^4$	$2,6788 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1147	$1,14 \cdot 10^4$	$2,1040 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1099	$1,09 \cdot 10^4$	$2,6444 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1148	$1,14 \cdot 10^4$	$2,4861 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1100	$1,09 \cdot 10^4$	$2,1963 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1149	$1,14 \cdot 10^4$	$2,7391 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1101	$1,10 \cdot 10^4$	$1,9191 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1150	$1,14 \cdot 10^4$	$2,8331 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1102	$1,10 \cdot 10^4$	$3,0480 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1151	$1,15 \cdot 10^4$	$2,4374 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1103	$1,10 \cdot 10^4$	$3,6637 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1152	$1,15 \cdot 10^4$	$2,1808 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1104	$1,10 \cdot 10^4$	$4,0655 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1153	$1,15 \cdot 10^4$	$2,0855 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1105	$1,10 \cdot 10^4$	$2,5351 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1154	$1,15 \cdot 10^4$	$2,4690 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$
1106	$1,10 \cdot 10^4$	$2,2334 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1155	$1,15 \cdot 10^4$	$2,7181 \cdot 10^3$	$1,1000 \cdot 10^3$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.15

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
1156	$1,15 \cdot 10^4$	$2,8107 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1205	$1,20 \cdot 10^4$	$1,5905 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1157	$1,15 \cdot 10^4$	$2,3912 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1206	$1,20 \cdot 10^4$	$1,5207 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1158	$1,15 \cdot 10^4$	$2,1198 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1207	$1,20 \cdot 10^4$	$1,4949 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1159	$1,15 \cdot 10^4$	$2,0190 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1208	$1,20 \cdot 10^4$	$2,7329 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1160	$1,15 \cdot 10^4$	$2,6522 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1209	$1,20 \cdot 10^4$	$3,5106 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1161	$1,16 \cdot 10^4$	$3,0583 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1210	$1,20 \cdot 10^4$	$3,7992 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1162	$1,16 \cdot 10^4$	$3,2091 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1211	$1,21 \cdot 10^4$	$3,3069 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1163	$1,16 \cdot 10^4$	$2,9129 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1212	$1,21 \cdot 10^4$	$2,9712 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1164	$1,16 \cdot 10^4$	$2,7131 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1213	$1,21 \cdot 10^4$	$2,8465 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1165	$1,16 \cdot 10^4$	$2,6389 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1214	$1,21 \cdot 10^4$	$3,7751 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1166	$1,16 \cdot 10^4$	$3,1041 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1215	$1,21 \cdot 10^4$	$2,5269 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1167	$1,16 \cdot 10^4$	$3,4025 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1216	$1,21 \cdot 10^4$	$2,6524 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1168	$1,16 \cdot 10^4$	$3,5132 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1217	$1,21 \cdot 10^4$	$2,3376 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1169	$1,16 \cdot 10^4$	$3,1085 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1218	$1,21 \cdot 10^4$	$2,1284 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1170	$1,16 \cdot 10^4$	$2,8446 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1219	$1,21 \cdot 10^4$	$2,0507 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1171	$1,17 \cdot 10^4$	$2,7466 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1220	$1,21 \cdot 10^4$	$2,3212 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1172	$1,17 \cdot 10^4$	$1,9722 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1221	$1,22 \cdot 10^4$	$2,4980 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1173	$1,17 \cdot 10^4$	$2,5119 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1222	$1,22 \cdot 10^4$	$2,5636 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1174	$1,17 \cdot 10^4$	$2,2158 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1223	$1,22 \cdot 10^4$	$2,2152 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1175	$1,17 \cdot 10^4$	$2,3040 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1224	$1,22 \cdot 10^4$	$7,5594 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1176	$1,17 \cdot 10^4$	$2,3874 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1225	$1,22 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1177	$1,17 \cdot 10^4$	$2,4185 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1226	$1,22 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1178	$1,17 \cdot 10^4$	$2,0320 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1227	$1,22 \cdot 10^4$	$1,3506 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1179	$1,17 \cdot 10^4$	$3,0905 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1228	$1,22 \cdot 10^4$	$1,6287 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1180	$1,17 \cdot 10^4$	$2,9343 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1229	$1,22 \cdot 10^4$	$2,7009 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1181	$1,18 \cdot 10^4$	$2,2177 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1230	$1,22 \cdot 10^4$	$3,3556 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1182	$1,18 \cdot 10^4$	$1,7839 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1231	$1,23 \cdot 10^4$	$3,5985 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1183	$1,18 \cdot 10^4$	$1,6230 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1232	$1,23 \cdot 10^4$	$2,5470 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1184	$1,18 \cdot 10^4$	$1,7835 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1233	$1,23 \cdot 10^4$	$2,7840 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1185	$1,18 \cdot 10^4$	$1,8993 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1234	$1,23 \cdot 10^4$	$2,8815 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1186	$1,18 \cdot 10^4$	$1,9423 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1235	$1,23 \cdot 10^4$	$2,4779 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1187	$1,18 \cdot 10^4$	$1,2743 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1236	$1,23 \cdot 10^4$	$7,7495 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1188	$1,18 \cdot 10^4$	$7,5006 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1237	$1,23 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1189	$1,18 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1238	$1,23 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1190	$1,18 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1239	$1,23 \cdot 10^4$	$1,9110 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1191	$1,19 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1240	$1,23 \cdot 10^4$	$2,1485 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1192	$1,19 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1241	$1,24 \cdot 10^4$	$3,7361 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1193	$1,19 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1242	$1,24 \cdot 10^4$	$2,7214 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1194	$1,19 \cdot 10^4$	$1,9535 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1243	$1,24 \cdot 10^4$	$2,9296 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1195	$1,19 \cdot 10^4$	$2,2279 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1244	$1,24 \cdot 10^4$	$2,1736 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1196	$1,19 \cdot 10^4$	$2,6436 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1245	$1,24 \cdot 10^4$	$2,9063 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1197	$1,19 \cdot 10^4$	$2,8778 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1246	$1,24 \cdot 10^4$	$2,5904 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1198	$1,19 \cdot 10^4$	$2,9647 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1247	$1,24 \cdot 10^4$	$1,8395 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1199	$1,19 \cdot 10^4$	$2,7657 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1248	$1,24 \cdot 10^4$	$1,3994 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1200	$1,19 \cdot 10^4$	$2,6328 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1249	$1,24 \cdot 10^4$	$1,2362 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1201	$1,20 \cdot 10^4$	$2,5835 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1250	$1,24 \cdot 10^4$	$7,5006 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1202	$1,20 \cdot 10^4$	$2,1144 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1251	$1,25 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1203	$1,20 \cdot 10^4$	$1,8254 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1252	$1,25 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1204	$1,20 \cdot 10^4$	$1,7182 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1253	$1,25 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$

№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$	№	$t$	$x_{21}$	$x_{22}$
1254	$1,25 \cdot 10^4$	$1,6752 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1284	$1,28 \cdot 10^4$	$3,6771 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1255	$1,25 \cdot 10^4$	$1,9066 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1285	$1,28 \cdot 10^4$	$3,9716 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1256	$1,25 \cdot 10^4$	$2,3447 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1286	$1,28 \cdot 10^4$	$2,7447 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1257	$1,25 \cdot 10^4$	$2,5972 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1287	$1,28 \cdot 10^4$	$1,9485 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1258	$1,25 \cdot 10^4$	$2,6907 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1288	$1,28 \cdot 10^4$	$1,6528 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1259	$1,25 \cdot 10^4$	$2,5999 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1289	$1,28 \cdot 10^4$	$3,6353 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1260	$1,25 \cdot 10^4$	$2,5341 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1290	$1,28 \cdot 10^4$	$2,8352 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1261	$1,26 \cdot 10^4$	$2,5096 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1291	$1,29 \cdot 10^4$	$3,1075 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1262	$1,26 \cdot 10^4$	$2,4815 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1292	$1,29 \cdot 10^4$	$3,0523 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1263	$1,26 \cdot 10^4$	$2,4661 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1293	$1,29 \cdot 10^4$	$2,9919 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1264	$1,26 \cdot 10^4$	$2,4605 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1294	$1,29 \cdot 10^4$	$2,9693 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1265	$1,26 \cdot 10^4$	$2,6913 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1295	$1,29 \cdot 10^4$	$2,8924 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1266	$1,26 \cdot 10^4$	$2,8363 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1296	$1,29 \cdot 10^4$	$1,2085 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$
1267	$1,26 \cdot 10^4$	$2,8902 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1297	$1,29 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1268	$1,26 \cdot 10^4$	$3,6098 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1298	$1,29 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1269	$1,26 \cdot 10^4$	$4,0553 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1299	$1,29 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1270	$1,26 \cdot 10^4$	$2,4406 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1300	$1,29 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1271	$1,27 \cdot 10^4$	$2,6593 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1301	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1272	$1,27 \cdot 10^4$	$2,7877 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1302	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1273	$1,27 \cdot 10^4$	$2,8353 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1303	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1274	$1,27 \cdot 10^4$	$2,4357 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1304	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1275	$1,27 \cdot 10^4$	$7,6969 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1305	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1276	$1,27 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	1306	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1277	$1,27 \cdot 10^4$	$2,3104 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1307	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1278	$1,27 \cdot 10^4$	$3,6057 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1308	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1279	$1,27 \cdot 10^4$	$4,0860 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1309	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1280	$1,27 \cdot 10^4$	$2,8173 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1310	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1281	$1,28 \cdot 10^4$	$1,9773 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1311	$1,31 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1282	$1,28 \cdot 10^4$	$1,6653 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1312	$1,31 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$
1283	$1,28 \cdot 10^4$	$2,8842 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	1313	$1,31 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$

Таблиця 7.16. Вихідні вибірки змінної  $x_3$  для аварійного режиму

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
1	0,00	$3,5000 \cdot 10^2$	0,0000	$1,0000 \cdot 10^2$
2	1,00-10	$7,5001 \cdot 10$	0,0000	$5,5769 \cdot 10^2$
3	2,00-10	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$5,6580 \cdot 10^2$
4	3,00-10	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$5,3062 \cdot 10^2$
5	4,00-10	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$4,8450 \cdot 10^2$
6	5,00-10	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$4,6985 \cdot 10^2$
7	6,00-10	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$5,6199 \cdot 10^2$
8	7,00-10	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,0937 \cdot 10^2$
9	8,00-10	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,3027 \cdot 10^2$
10	9,00-10	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,0549 \cdot 10^2$
11	$1,00 \cdot 10^2$	$1,6036 \cdot 10^2$	0,0000	$5,5780 \cdot 10^2$
12	$1,10 \cdot 10^2$	$2,0096 \cdot 10^2$	0,0000	$5,0489 \cdot 10^2$
13	$1,20 \cdot 10^2$	$2,1565 \cdot 10^2$	0,0000	$5,2367 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
14	$1,30 \cdot 10^2$	$3,6060 \cdot 10^2$	0,0000	$5,7072 \cdot 10^2$
15	$1,40 \cdot 10^2$	$2,6022 \cdot 10^2$	0,0000	$6,0277 \cdot 10^2$
16	$1,50 \cdot 10^2$	$2,7925 \cdot 10^2$	0,0000	$5,9037 \cdot 10^2$
17	$1,60 \cdot 10^2$	$2,1516 \cdot 10^2$	0,0000	$6,0294 \cdot 10^2$
18	$1,70 \cdot 10^2$	$2,9949 \cdot 10^2$	0,0000	$5,6623 \cdot 10^2$
19	$1,80 \cdot 10^2$	$2,7271 \cdot 10^2$	0,0000	$5,7201 \cdot 10^2$
20	$1,90 \cdot 10^2$	$3,1158 \cdot 10^2$	0,0000	$6,1498 \cdot 10^2$
21	$2,00 \cdot 10^2$	$3,3847 \cdot 10^2$	0,0000	$6,5563 \cdot 10^2$
22	$2,10 \cdot 10^2$	$3,4847 \cdot 10^2$	0,0000	$5,8849 \cdot 10^2$
23	$2,20 \cdot 10^2$	$1,7445 \cdot 10^2$	0,0000	$5,4886 \cdot 10^2$
24	$2,30 \cdot 10^2$	$7,5033 \cdot 10$	0,0000	$5,0510 \cdot 10^2$
25	$2,40 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$4,9742 \cdot 10^2$
26	$2,50 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$5,3289 \cdot 10^2$
27	$2,60 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$5,4714 \cdot 10^2$
28	$2,70 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$5,6138 \cdot 10^2$
29	$2,80 \cdot 10^2$	$2,5670 \cdot 10^2$	0,0000	$5,3076 \cdot 10^2$
30	$2,90 \cdot 10^2$	$3,5594 \cdot 10^2$	0,0000	$4,8344 \cdot 10^2$
31	$3,00 \cdot 10^2$	$3,9277 \cdot 10^2$	0,0000	$4,6291 \cdot 10^2$
32	$3,10 \cdot 10^2$	$2,5498 \cdot 10^2$	0,0000	$5,0001 \cdot 10^2$
33	$3,20 \cdot 10^2$	$1,6521 \cdot 10^2$	0,0000	$5,4771 \cdot 10^2$
34	$3,30 \cdot 10^2$	$1,3188 \cdot 10^2$	0,0000	$5,7410 \cdot 10^2$
35	$3,40 \cdot 10^2$	$2,1726 \cdot 10^2$	0,0000	$5,5493 \cdot 10^2$
36	$3,50 \cdot 10^2$	$2,7389 \cdot 10^2$	0,0000	$5,0781 \cdot 10^2$
37	$3,60 \cdot 10^2$	$2,9493 \cdot 10^2$	0,0000	$5,5682 \cdot 10^2$
38	$3,70 \cdot 10^2$	$2,2741 \cdot 10^2$	0,0000	$5,6964 \cdot 10^2$
39	$3,80 \cdot 10^2$	$1,8314 \cdot 10^2$	0,0000	$6,1523 \cdot 10^2$
40	$3,90 \cdot 10^2$	$1,6669 \cdot 10^2$	0,0000	$6,5168 \cdot 10^2$
41	$4,00 \cdot 10^2$	$1,7866 \cdot 10^2$	0,0000	$6,4548 \cdot 10^2$
42	$4,10 \cdot 10^2$	$1,8772 \cdot 10^2$	0,0000	$6,0950 \cdot 10^2$
43	$4,20 \cdot 10^2$	$1,9109 \cdot 10^2$	0,0000	$5,6907 \cdot 10^2$
44	$4,30 \cdot 10^2$	$7,8534 \cdot 10$	0,0000	$5,6854 \cdot 10^2$
45	$4,40 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,0839 \cdot 10^2$
46	$4,50 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,5198 \cdot 10^2$
47	$4,60 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,1293 \cdot 10^2$
48	$4,70 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$5,7718 \cdot 10^2$
49	$4,80 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$5,3129 \cdot 10^2$
50	$4,90 \cdot 10^2$	$1,9149 \cdot 10^2$	0,0000	$5,1745 \cdot 10^2$
51	$5,00 \cdot 10^2$	$3,0577 \cdot 10^2$	0,0000	$5,4838 \cdot 10^2$
52	$5,10 \cdot 10^2$	$3,4786 \cdot 10^2$	0,0000	$6,4479 \cdot 10^2$
53	$5,20 \cdot 10^2$	$2,8069 \cdot 10^2$	0,0000	$6,6493 \cdot 10^2$
54	$5,30 \cdot 10^2$	$2,3464 \cdot 10^2$	0,0000	$6,3943 \cdot 10^2$
55	$5,40 \cdot 10^2$	$2,1753 \cdot 10^2$	0,0000	$5,9173 \cdot 10^2$
56	$5,50 \cdot 10^2$	$1,5069 \cdot 10^2$	0,0000	$5,6568 \cdot 10^2$
57	$5,60 \cdot 10^2$	$1,1047 \cdot 10^2$	0,0000	$5,5821 \cdot 10^2$
58	$5,70 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,0539 \cdot 10^2$
59	$5,80 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,3682 \cdot 10^2$
60	$5,90 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,2359 \cdot 10^2$
61	$6,00 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,0788 \cdot 10^2$
62	$6,10 \cdot 10^2$	$2,2287 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4749 \cdot 10^2$



Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
63	$6,20 \cdot 10^2$	$3,0468 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5411 \cdot 10^2$
64	$6,30 \cdot 10^2$	$3,3503 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9744 \cdot 10^2$
65	$6,40 \cdot 10^2$	$2,7250 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3764 \cdot 10^2$
66	$6,50 \cdot 10^2$	$2,3046 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3775 \cdot 10^2$
67	$6,60 \cdot 10^2$	$2,1484 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6246 \cdot 10^2$
68	$6,70 \cdot 10^2$	$2,5484 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1903 \cdot 10^2$
69	$6,80 \cdot 10^2$	$2,8136 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1219 \cdot 10^2$
70	$6,90 \cdot 10^2$	$2,9121 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4822 \cdot 10^2$
71	$7,00 \cdot 10^2$	$2,8546 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9400 \cdot 10^2$
72	$7,10 \cdot 10^2$	$2,8092 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6932 \cdot 10^2$
73	$7,20 \cdot 10^2$	$2,7923 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3806 \cdot 10^2$
74	$7,30 \cdot 10^2$	$3,0748 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9085 \cdot 10^2$
75	$7,40 \cdot 10^2$	$3,2532 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7109 \cdot 10^2$
76	$7,50 \cdot 10^2$	$3,3195 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9695 \cdot 10^2$
77	$7,60 \cdot 10^2$	$3,0582 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0586 \cdot 10^2$
78	$7,70 \cdot 10^2$	$2,8884 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3154 \cdot 10^2$
79	$7,80 \cdot 10^2$	$2,8253 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1160 \cdot 10^2$
80	$7,90 \cdot 10^2$	$1,4037 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6436 \cdot 10^2$
81	$8,00 \cdot 10^2$	$7,5002 \cdot 10$	0,0000	$7,3325 \cdot 10^2$
82	$8,10 \cdot 10^2$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,6011 \cdot 10^2$
83	$8,20 \cdot 10^2$	$1,2653 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0595 \cdot 10^2$
84	$8,30 \cdot 10^2$	$2,2671 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4184 \cdot 10^2$
85	$8,40 \cdot 10^2$	$2,5710 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3480 \cdot 10^2$
86	$8,50 \cdot 10^2$	$3,2850 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9130 \cdot 10^2$
87	$8,60 \cdot 10^2$	$3,7032 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0231 \cdot 10^2$
88	$8,70 \cdot 10^2$	$3,8583 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0262 \cdot 10^2$
89	$8,80 \cdot 10^2$	$3,5970 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4293 \cdot 10^2$
90	$8,90 \cdot 10^2$	$3,4187 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8618 \cdot 10^2$
91	$9,00 \cdot 10^2$	$3,3525 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9260 \cdot 10^2$
92	$9,10 \cdot 10^2$	$2,0928 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7591 \cdot 10^2$
93	$9,20 \cdot 10^2$	$1,3104 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3026 \cdot 10^2$
94	$9,30 \cdot 10^2$	$7,5456 \cdot 10$	0,0000	$7,1723 \cdot 10^2$
95	$9,40 \cdot 10^2$	$3,6233 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4881 \cdot 10^2$
96	$9,50 \cdot 10^2$	$3,2922 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9596 \cdot 10^2$
97	$9,60 \cdot 10^2$	$3,7146 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7356 \cdot 10^2$
98	$9,70 \cdot 10^2$	$3,8271 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4735 \cdot 10^2$
99	$9,80 \cdot 10^2$	$3,8574 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9964 \cdot 10^2$
100	$9,90 \cdot 10^2$	$3,8684 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7431 \cdot 10^2$
101	$1,00 \cdot 10^3$	$3,1816 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9464 \cdot 10^2$
102	$1,01 \cdot 10^3$	$3,4300 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3237 \cdot 10^2$
103	$1,02 \cdot 10^3$	$3,5238 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6315 \cdot 10^2$
104	$1,03 \cdot 10^3$	$3,0386 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4912 \cdot 10^2$
105	$1,04 \cdot 10^3$	$2,7259 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0317 \cdot 10^2$
106	$1,05 \cdot 10^3$	$2,6098 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6755 \cdot 10^2$
107	$1,06 \cdot 10^3$	$2,8862 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4336 \cdot 10^2$
108	$1,07 \cdot 10^3$	$3,0703 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8704 \cdot 10^2$
109	$1,08 \cdot 10^3$	$3,1386 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2678 \cdot 10^2$
110	$1,09 \cdot 10^3$	$3,7855 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2605 \cdot 10^2$
111	$1,10 \cdot 10^3$	$3,7297 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8551 \cdot 10^2$

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
112	$1,11 \cdot 10^3$	$3,6769 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7594 \cdot 10^2$
113	$1,12 \cdot 10^3$	$3,6474 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6994 \cdot 10^2$
114	$1,13 \cdot 10^3$	$3,6170 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0651 \cdot 10^2$
115	$1,14 \cdot 10^3$	$3,6056 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5205 \cdot 10^2$
116	$1,15 \cdot 10^3$	$3,2931 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6467 \cdot 10^2$
117	$1,16 \cdot 10^3$	$3,0986 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4949 \cdot 10^2$
118	$1,17 \cdot 10^3$	$3,0263 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0240 \cdot 10^2$
119	$1,18 \cdot 10^3$	$2,3659 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8341 \cdot 10^2$
120	$1,19 \cdot 10^3$	$1,9592 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0998 \cdot 10^2$
121	$1,20 \cdot 10^3$	$2,1304 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5767 \cdot 10^2$
122	$1,21 \cdot 10^3$	$2,5997 \cdot 10^2$	0,0000	$9,0413 \cdot 10^2$
123	$1,22 \cdot 10^3$	$2,9103 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8343 \cdot 10^2$
124	$1,23 \cdot 10^3$	$3,0257 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3607 \cdot 10^2$
125	$1,24 \cdot 10^3$	$3,2051 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0561 \cdot 10^2$
126	$1,25 \cdot 10^3$	$3,3064 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2005 \cdot 10^2$
127	$1,26 \cdot 10^3$	$3,3439 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5045 \cdot 10^2$
128	$1,27 \cdot 10^3$	$2,9159 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8579 \cdot 10^2$
129	$1,28 \cdot 10^3$	$2,6443 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7791 \cdot 10^2$
130	$1,29 \cdot 10^3$	$2,5435 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3407 \cdot 10^2$
131	$1,30 \cdot 10^3$	$2,6445 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9456 \cdot 10^2$
132	$1,31 \cdot 10^3$	$2,7174 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1171 \cdot 10^2$
133	$1,32 \cdot 10^3$	$2,7445 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5246 \cdot 10^2$
134	$1,33 \cdot 10^3$	$3,2257 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9535 \cdot 10^2$
135	$1,34 \cdot 10^3$	$3,5245 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0093 \cdot 10^2$
136	$1,35 \cdot 10^3$	$3,6353 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6409 \cdot 10^2$
137	$1,36 \cdot 10^3$	$4,0363 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4732 \cdot 10^2$
138	$1,37 \cdot 10^3$	$3,6305 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3511 \cdot 10^2$
139	$1,38 \cdot 10^3$	$3,7059 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6731 \cdot 10^2$
140	$1,39 \cdot 10^3$	$2,0985 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1433 \cdot 10^2$
141	$1,40 \cdot 10^3$	$2,1303 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3293 \cdot 10^2$
142	$1,41 \cdot 10^3$	$1,6816 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0082 \cdot 10^2$
143	$1,42 \cdot 10^3$	$2,7754 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5314 \cdot 10^2$
144	$1,43 \cdot 10^3$	$3,6001 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2852 \cdot 10^2$
145	$1,44 \cdot 10^3$	$4,0014 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4961 \cdot 10^2$
146	$1,45 \cdot 10^3$	$3,2804 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9701 \cdot 10^2$
147	$1,46 \cdot 10^3$	$3,9234 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1798 \cdot 10^2$
148	$1,47 \cdot 10^3$	$3,6043 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0314 \cdot 10^2$
149	$1,48 \cdot 10^3$	$3,4759 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5697 \cdot 10^2$
150	$1,49 \cdot 10^3$	$3,3759 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2192 \cdot 10^2$
151	$1,50 \cdot 10^3$	$3,3386 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3021 \cdot 10^2$
152	$1,51 \cdot 10^3$	$2,8711 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3008 \cdot 10^2$
153	$1,52 \cdot 10^3$	$2,5819 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6935 \cdot 10^2$
154	$1,53 \cdot 10^3$	$2,4746 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6777 \cdot 10^2$
155	$1,54 \cdot 10^3$	$2,7998 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2680 \cdot 10^2$
156	$1,55 \cdot 10^3$	$3,0136 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8410 \cdot 10^2$
157	$1,56 \cdot 10^3$	$3,0930 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8116 \cdot 10^2$
158	$1,57 \cdot 10^3$	$2,3817 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1827 \cdot 10^2$
159	$1,58 \cdot 10^3$	$1,9288 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6354 \cdot 10^2$
160	$1,59 \cdot 10^3$	$2,0744 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7535 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
161	$1,60 \cdot 10^3$	$1,9741 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4283 \cdot 10^2$
162	$1,61 \cdot 10^3$	$1,9302 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2134 \cdot 10^2$
163	$1,62 \cdot 10^3$	$1,9140 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0313 \cdot 10^2$
164	$1,63 \cdot 10^3$	$2,7473 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3039 \cdot 10^2$
165	$1,64 \cdot 10^3$	$3,2707 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7806 \cdot 10^2$
166	$1,65 \cdot 10^3$	$3,4649 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0231 \cdot 10^2$
167	$1,66 \cdot 10^3$	$3,9577 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0032 \cdot 10^2$
168	$1,67 \cdot 10^3$	$3,6095 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5287 \cdot 10^2$
169	$1,68 \cdot 10^3$	$3,6968 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2307 \cdot 10^2$
170	$1,69 \cdot 10^3$	$3,6024 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3831 \cdot 10^2$
171	$1,70 \cdot 10^3$	$3,5347 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8458 \cdot 10^2$
172	$1,71 \cdot 10^3$	$3,5095 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5978 \cdot 10^2$
173	$1,72 \cdot 10^3$	$2,8315 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5107 \cdot 10^2$
174	$1,73 \cdot 10^3$	$2,4093 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0690 \cdot 10^2$
175	$1,74 \cdot 10^3$	$2,2526 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6787 \cdot 10^2$
176	$1,75 \cdot 10^3$	$2,9360 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6987 \cdot 10^2$
177	$1,76 \cdot 10^3$	$3,3788 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0567 \cdot 10^2$
178	$1,77 \cdot 10^3$	$3,5432 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4818 \cdot 10^2$
179	$1,78 \cdot 10^3$	$3,0008 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5293 \cdot 10^2$
180	$1,79 \cdot 10^3$	$2,6455 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1555 \cdot 10^2$
181	$1,80 \cdot 10^3$	$2,5136 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7041 \cdot 10^2$
182	$1,81 \cdot 10^3$	$2,1177 \cdot 10^2$	0,0000	$6,7356 \cdot 10^2$
183	$1,82 \cdot 10^3$	$2,3529 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0638 \cdot 10^2$
184	$1,83 \cdot 10^3$	$2,1041 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5324 \cdot 10^2$
185	$1,84 \cdot 10^3$	$2,1108 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7106 \cdot 10^2$
186	$1,85 \cdot 10^3$	$2,1386 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4345 \cdot 10^2$
187	$1,86 \cdot 10^3$	$2,1490 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1715 \cdot 10^2$
188	$1,87 \cdot 10^3$	$2,0942 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9326 \cdot 10^2$
189	$1,88 \cdot 10^3$	$2,0588 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1510 \cdot 10^2$
190	$1,89 \cdot 10^3$	$2,0457 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6259 \cdot 10^2$
191	$1,90 \cdot 10^3$	$2,1821 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9207 \cdot 10^2$
192	$1,91 \cdot 10^3$	$2,2687 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9924 \cdot 10^2$
193	$1,92 \cdot 10^3$	$2,3009 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5287 \cdot 10^2$
194	$1,93 \cdot 10^3$	$2,5825 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1840 \cdot 10^2$
195	$1,94 \cdot 10^3$	$2,7558 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2752 \cdot 10^2$
196	$1,95 \cdot 10^3$	$2,8201 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7185 \cdot 10^2$
197	$1,96 \cdot 10^3$	$2,2750 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2236 \cdot 10^2$
198	$1,97 \cdot 10^3$	$1,9276 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1994 \cdot 10^2$
199	$1,98 \cdot 10^3$	$3,0186 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7854 \cdot 10^2$
200	$1,99 \cdot 10^3$	$3,7700 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3623 \cdot 10^2$
201	$2,00 \cdot 10^3$	$2,5795 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3190 \cdot 10^2$
202	$2,01 \cdot 10^3$	$2,6474 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7155 \cdot 10^2$
203	$2,02 \cdot 10^3$	$2,9607 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1655 \cdot 10^2$
204	$2,03 \cdot 10^3$	$3,1465 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2754 \cdot 10^2$
205	$2,04 \cdot 10^3$	$3,2154 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9441 \cdot 10^2$
206	$2,05 \cdot 10^3$	$2,8970 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4763 \cdot 10^2$
207	$2,06 \cdot 10^3$	$2,6910 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9790 \cdot 10^2$
208	$2,07 \cdot 10^3$	$2,6146 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2585 \cdot 10^2$
209	$2,08 \cdot 10^3$	$2,7799 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7348 \cdot 10^2$

### 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
210	$2,09 \cdot 10^3$	$2,8907 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9700 \cdot 10^2$
211	$2,10 \cdot 10^3$	$2,9319 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7478 \cdot 10^2$
212	$2,11 \cdot 10^3$	$2,6827 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1365 \cdot 10^2$
213	$2,12 \cdot 10^3$	$2,5228 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8451 \cdot 10^2$
214	$2,13 \cdot 10^3$	$2,4635 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0055 \cdot 10^2$
215	$2,14 \cdot 10^3$	$3,1659 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4702 \cdot 10^2$
216	$2,15 \cdot 10^3$	$3,6114 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8120 \cdot 10^2$
217	$2,16 \cdot 10^3$	$3,7768 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1444 \cdot 10^2$
218	$2,17 \cdot 10^3$	$3,4549 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6995 \cdot 10^2$
219	$2,18 \cdot 10^3$	$3,2376 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3141 \cdot 10^2$
220	$2,19 \cdot 10^3$	$3,1569 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3426 \cdot 10^2$
221	$2,20 \cdot 10^3$	$2,1695 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7587 \cdot 10^2$
222	$2,21 \cdot 10^3$	$2,6161 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0353 \cdot 10^2$
223	$2,22 \cdot 10^3$	$2,2360 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0744 \cdot 10^2$
224	$2,23 \cdot 10^3$	$3,1815 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6954 \cdot 10^2$
225	$2,24 \cdot 10^3$	$3,8097 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2468 \cdot 10^2$
226	$2,25 \cdot 10^3$	$4,0430 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1411 \cdot 10^2$
227	$2,26 \cdot 10^3$	$3,0471 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7446 \cdot 10^2$
228	$2,27 \cdot 10^3$	$2,4013 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2116 \cdot 10^2$
229	$2,28 \cdot 10^3$	$2,1616 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3819 \cdot 10^2$
230	$2,29 \cdot 10^3$	$3,7381 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0990 \cdot 10^2$
231	$2,30 \cdot 10^3$	$2,8292 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6230 \cdot 10^2$
232	$2,31 \cdot 10^3$	$3,0524 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9373 \cdot 10^2$
233	$2,32 \cdot 10^3$	$2,9130 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1632 \cdot 10^2$
234	$2,33 \cdot 10^3$	$2,8045 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6388 \cdot 10^2$
235	$2,34 \cdot 10^3$	$2,7641 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9269 \cdot 10^2$
236	$2,35 \cdot 10^3$	$2,8349 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7625 \cdot 10^2$
237	$2,36 \cdot 10^3$	$2,8831 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9923 \cdot 10^2$
238	$2,37 \cdot 10^3$	$2,9009 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6535 \cdot 10^2$
239	$2,38 \cdot 10^3$	$2,9897 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7529 \cdot 10^2$
240	$2,39 \cdot 10^3$	$3,0435 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1993 \cdot 10^2$
241	$2,40 \cdot 10^3$	$3,0635 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5821 \cdot 10^2$
242	$2,41 \cdot 10^3$	$3,3780 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0120 \cdot 10^2$
243	$2,42 \cdot 10^3$	$3,5730 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5938 \cdot 10^2$
244	$2,43 \cdot 10^3$	$3,6454 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1747 \cdot 10^2$
245	$2,44 \cdot 10^3$	$2,9472 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1398 \cdot 10^2$
246	$2,45 \cdot 10^3$	$2,5031 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5214 \cdot 10^2$
247	$2,46 \cdot 10^3$	$2,3382 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4559 \cdot 10^2$
248	$2,47 \cdot 10^3$	$2,3415 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5576 \cdot 10^2$
249	$2,48 \cdot 10^3$	$2,3591 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2203 \cdot 10^2$
250	$2,49 \cdot 10^3$	$2,3658 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7542 \cdot 10^2$
251	$2,50 \cdot 10^3$	$2,6317 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5878 \cdot 10^2$
252	$2,51 \cdot 10^3$	$2,7975 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1491 \cdot 10^2$
253	$2,52 \cdot 10^3$	$2,8590 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6248 \cdot 10^2$
254	$2,53 \cdot 10^3$	$3,0084 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8527 \cdot 10^2$
255	$2,54 \cdot 10^3$	$3,0960 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6231 \cdot 10^2$
256	$2,55 \cdot 10^3$	$3,1285 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1471 \cdot 10^2$
257	$2,56 \cdot 10^3$	$2,4083 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2159 \cdot 10^2$
258	$2,57 \cdot 10^3$	$1,9543 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3842 \cdot 10^2$

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
259	$2,58 \cdot 10^3$	$2,9970 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8507 \cdot 10^2$
260	$2,59 \cdot 10^3$	$3,2249 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1866 \cdot 10^2$
261	$2,60 \cdot 10^3$	$3,3944 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0830 \cdot 10^2$
262	$2,61 \cdot 10^3$	$3,4575 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3477 \cdot 10^2$
263	$2,62 \cdot 10^3$	$3,8269 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9675 \cdot 10^2$
264	$2,63 \cdot 10^3$	$4,0523 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0043 \cdot 10^2$
265	$2,64 \cdot 10^3$	$4,1359 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4245 \cdot 10^2$
266	$2,65 \cdot 10^3$	$2,6858 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8416 \cdot 10^2$
267	$2,66 \cdot 10^3$	$3,0097 \cdot 10^2$	0,0000	$8,9944 \cdot 10^2$
268	$2,67 \cdot 10^3$	$2,4738 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6104 \cdot 10^2$
269	$2,68 \cdot 10^3$	$3,4455 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1648 \cdot 10^2$
270	$2,69 \cdot 10^3$	$2,8220 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0673 \cdot 10^2$
271	$2,70 \cdot 10^3$	$3,1070 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4075 \cdot 10^2$
272	$2,71 \cdot 10^3$	$2,4480 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7362 \cdot 10^2$
273	$2,72 \cdot 10^3$	$2,0082 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8986 \cdot 10^2$
274	$2,73 \cdot 10^3$	$3,0844 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6089 \cdot 10^2$
275	$2,74 \cdot 10^3$	$2,8038 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1335 \cdot 10^2$
276	$2,75 \cdot 10^3$	$3,0024 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9094 \cdot 10^2$
277	$2,76 \cdot 10^3$	$3,1715 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1833 \cdot 10^2$
278	$2,77 \cdot 10^3$	$2,5551 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6595 \cdot 10^2$
279	$2,78 \cdot 10^3$	$2,1532 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9408 \cdot 10^2$
280	$2,79 \cdot 10^3$	$2,0039 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7685 \cdot 10^2$
281	$2,80 \cdot 10^3$	$2,4461 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3011 \cdot 10^2$
282	$2,81 \cdot 10^3$	$2,7371 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8614 \cdot 10^2$
283	$2,82 \cdot 10^3$	$2,8452 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9691 \cdot 10^2$
284	$2,83 \cdot 10^3$	$2,9499 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4183 \cdot 10^2$
285	$2,84 \cdot 10^3$	$3,0052 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7961 \cdot 10^2$
286	$2,85 \cdot 10^3$	$3,0257 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7550 \cdot 10^2$
287	$2,86 \cdot 10^3$	$2,6847 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3223 \cdot 10^2$
288	$2,87 \cdot 10^3$	$2,4692 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9072 \cdot 10^2$
289	$2,88 \cdot 10^3$	$2,3893 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8808 \cdot 10^2$
290	$2,89 \cdot 10^3$	$2,6181 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2673 \cdot 10^2$
291	$2,90 \cdot 10^3$	$2,7690 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7114 \cdot 10^2$
292	$2,91 \cdot 10^3$	$2,8251 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5901 \cdot 10^2$
293	$2,92 \cdot 10^3$	$2,6044 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2469 \cdot 10^2$
294	$2,93 \cdot 10^3$	$2,4609 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7827 \cdot 10^2$
295	$2,94 \cdot 10^3$	$2,4076 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6243 \cdot 10^2$
296	$2,95 \cdot 10^3$	$2,6264 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9173 \cdot 10^2$
297	$2,96 \cdot 10^3$	$2,7685 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1534 \cdot 10^2$
298	$2,97 \cdot 10^3$	$2,8212 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3738 \cdot 10^2$
299	$2,98 \cdot 10^3$	$2,2630 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1368 \cdot 10^2$
300	$2,99 \cdot 10^3$	$1,9085 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6604 \cdot 10^2$
301	$3,00 \cdot 10^3$	$2,9821 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3825 \cdot 10^2$
302	$3,01 \cdot 10^3$	$3,1157 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6191 \cdot 10^2$
303	$3,02 \cdot 10^3$	$3,2204 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0873 \cdot 10^2$
304	$3,03 \cdot 10^3$	$3,2593 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4171 \cdot 10^2$
305	$3,04 \cdot 10^3$	$2,7271 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3053 \cdot 10^2$
306	$3,05 \cdot 10^3$	$3,1685 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8546 \cdot 10^2$
307	$3,06 \cdot 10^3$	$3,3433 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0553 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
308	$3,07 \cdot 10^3$	$2,6994 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1006 \cdot 10^2$
309	$3,08 \cdot 10^3$	$2,2796 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5247 \cdot 10^2$
310	$3,09 \cdot 10^3$	$2,1237 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9376 \cdot 10^2$
311	$3,10 \cdot 10^3$	$2,3662 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9598 \cdot 10^2$
312	$3,11 \cdot 10^3$	$2,5329 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4954 \cdot 10^2$
313	$3,12 \cdot 10^3$	$2,5948 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0528 \cdot 10^2$
314	$3,13 \cdot 10^3$	$1,9796 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9636 \cdot 10^2$
315	$3,14 \cdot 10^3$	$2,6661 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3097 \cdot 10^2$
316	$3,15 \cdot 10^3$	$2,4225 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7730 \cdot 10^2$
317	$3,16 \cdot 10^3$	$3,0287 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3526 \cdot 10^2$
318	$3,17 \cdot 10^3$	$3,4313 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0562 \cdot 10^2$
319	$3,18 \cdot 10^3$	$3,5809 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5816 \cdot 10^2$
320	$3,19 \cdot 10^3$	$3,4192 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3650 \cdot 10^2$
321	$3,20 \cdot 10^3$	$3,3038 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6056 \cdot 10^2$
322	$3,21 \cdot 10^3$	$3,2609 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5399 \cdot 10^2$
323	$3,22 \cdot 10^3$	$3,5433 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8143 \cdot 10^2$
324	$3,23 \cdot 10^3$	$3,7242 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6342 \cdot 10^2$
325	$3,24 \cdot 10^3$	$3,7913 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1652 \cdot 10^2$
326	$3,25 \cdot 10^3$	$2,7112 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8385 \cdot 10^2$
327	$3,26 \cdot 10^3$	$2,9839 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6759 \cdot 10^2$
328	$3,27 \cdot 10^3$	$3,0866 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1279 \cdot 10^2$
329	$3,28 \cdot 10^3$	$3,1249 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5004 \cdot 10^2$
330	$3,29 \cdot 10^3$	$3,1391 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4509 \cdot 10^2$
331	$3,30 \cdot 10^3$	$3,1443 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0249 \cdot 10^2$
332	$3,31 \cdot 10^3$	$3,2135 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5754 \cdot 10^2$
333	$3,32 \cdot 10^3$	$3,2563 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5574 \cdot 10^2$
334	$3,33 \cdot 10^3$	$3,2721 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9488 \cdot 10^2$
335	$3,34 \cdot 10^3$	$2,9245 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3897 \cdot 10^2$
336	$3,35 \cdot 10^3$	$2,7053 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4748 \cdot 10^2$
337	$3,36 \cdot 10^3$	$2,6239 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4452 \cdot 10^2$
338	$3,37 \cdot 10^3$	$2,7130 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9830 \cdot 10^2$
339	$3,38 \cdot 10^3$	$2,7765 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8326 \cdot 10^2$
340	$3,39 \cdot 10^3$	$2,8001 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1322 \cdot 10^2$
341	$3,40 \cdot 10^3$	$2,2649 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6064 \cdot 10^2$
342	$3,41 \cdot 10^3$	$1,9276 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8705 \cdot 10^2$
343	$3,42 \cdot 10^3$	$3,0249 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6262 \cdot 10^2$
344	$3,43 \cdot 10^3$	$3,3026 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1495 \cdot 10^2$
345	$3,44 \cdot 10^3$	$3,4964 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8785 \cdot 10^2$
346	$3,45 \cdot 10^3$	$3,5684 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0625 \cdot 10^2$
347	$3,46 \cdot 10^3$	$2,7518 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7719 \cdot 10^2$
348	$3,47 \cdot 10^3$	$3,1267 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0955 \cdot 10^2$
349	$3,48 \cdot 10^3$	$3,2687 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9755 \cdot 10^2$
350	$3,49 \cdot 10^3$	$3,1910 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5221 \cdot 10^2$
351	$3,50 \cdot 10^3$	$3,1288 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1523 \cdot 10^2$
352	$3,51 \cdot 10^3$	$3,1056 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3851 \cdot 10^2$
353	$3,52 \cdot 10^3$	$2,9362 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8129 \cdot 10^2$
354	$3,53 \cdot 10^3$	$2,8324 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2216 \cdot 10^2$
355	$3,54 \cdot 10^3$	$2,7938 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2354 \cdot 10^2$
356	$3,55 \cdot 10^3$	$2,1899 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8416 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
357	$3,56 \cdot 10^3$	$3,0238 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3977 \cdot 10^2$
358	$3,57 \cdot 10^3$	$2,8138 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3168 \cdot 10^2$
359	$3,58 \cdot 10^3$	$3,6507 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6687 \cdot 10^2$
360	$3,59 \cdot 10^3$	$2,9234 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1298 \cdot 10^2$
361	$3,60 \cdot 10^3$	$2,6215 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2763 \cdot 10^2$
362	$3,61 \cdot 10^3$	$2,8592 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8419 \cdot 10^2$
363	$3,62 \cdot 10^3$	$2,1239 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3681 \cdot 10^2$
364	$3,63 \cdot 10^3$	$3,0987 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1591 \cdot 10^2$
365	$3,64 \cdot 10^3$	$2,2557 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4070 \cdot 10^2$
366	$3,65 \cdot 10^3$	$1,7787 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8839 \cdot 10^2$
367	$3,66 \cdot 10^3$	$1,6019 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2425 \cdot 10^2$
368	$3,67 \cdot 10^3$	$2,0968 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0546 \cdot 10^2$
369	$3,68 \cdot 10^3$	$2,4235 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5842 \cdot 10^2$
370	$3,69 \cdot 10^3$	$2,5448 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2636 \cdot 10^2$
371	$3,70 \cdot 10^3$	$2,6718 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3877 \cdot 10^2$
372	$3,71 \cdot 10^3$	$3,2220 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7868 \cdot 10^2$
373	$3,72 \cdot 10^3$	$3,4707 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1540 \cdot 10^2$
374	$3,73 \cdot 10^3$	$2,1590 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0961 \cdot 10^2$
375	$3,74 \cdot 10^3$	$2,2733 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6664 \cdot 10^2$
376	$3,75 \cdot 10^3$	$1,7306 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2599 \cdot 10^2$
377	$3,76 \cdot 10^3$	$7,5543 \cdot 10$	0,0000	$7,1634 \cdot 10^2$
378	$3,77 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,5996 \cdot 10^2$
379	$3,78 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,0373 \cdot 10^2$
380	$3,79 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,1140 \cdot 10^2$
381	$3,80 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,7593 \cdot 10^2$
382	$3,81 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,9159 \cdot 10^2$
383	$3,82 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,7735 \cdot 10^2$
384	$3,83 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,0797 \cdot 10^2$
385	$3,84 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,5529 \cdot 10^2$
386	$3,85 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,7582 \cdot 10^2$
387	$3,86 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,7489 \cdot 10^2$
388	$3,87 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,2718 \cdot 10^2$
389	$3,88 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,0079 \cdot 10^2$
390	$3,89 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,1996 \cdot 10^2$
391	$3,90 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,6708 \cdot 10^2$
392	$3,91 \cdot 10^3$	$2,8639 \cdot 10^2$	0,0000	$8,9323 \cdot 10^2$
393	$3,92 \cdot 10^3$	$2,5998 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8042 \cdot 10^2$
394	$3,93 \cdot 10^3$	$2,9227 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3483 \cdot 10^2$
395	$3,94 \cdot 10^3$	$2,5549 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9838 \cdot 10^2$
396	$3,95 \cdot 10^3$	$2,2920 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0458 \cdot 10^2$
397	$3,96 \cdot 10^3$	$2,1943 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5218 \cdot 10^2$
398	$3,97 \cdot 10^3$	$2,0200 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9260 \cdot 10^2$
399	$3,98 \cdot 10^3$	$1,9201 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9313 \cdot 10^2$
400	$3,99 \cdot 10^3$	$2,6271 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5328 \cdot 10^2$
401	$4,00 \cdot 10^3$	$3,0334 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0968 \cdot 10^2$
402	$4,01 \cdot 10^3$	$2,8990 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2183 \cdot 10^2$
403	$4,02 \cdot 10^3$	$2,8491 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5758 \cdot 10^2$
404	$4,03 \cdot 10^3$	$1,4163 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0347 \cdot 10^2$
405	$4,04 \cdot 10^3$	$7,5002 \cdot 10$	0,0000	$8,1731 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
406	$4,05 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,8637 \cdot 10^2$
407	$4,06 \cdot 10^3$	$2,5001 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5297 \cdot 10^2$
408	$4,07 \cdot 10^3$	$3,9786 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3282 \cdot 10^2$
409	$4,08 \cdot 10^3$	$2,6168 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5833 \cdot 10^2$
410	$4,09 \cdot 10^3$	$1,9639 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0603 \cdot 10^2$
411	$4,10 \cdot 10^3$	$2,6384 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3208 \cdot 10^2$
412	$4,11 \cdot 10^3$	$2,3564 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7445 \cdot 10^2$
413	$4,12 \cdot 10^3$	$1,5060 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2727 \cdot 10^2$
414	$4,13 \cdot 10^3$	$7,5916 \cdot 10$	0,0000	$6,9585 \cdot 10^2$
415	$4,14 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,0907 \cdot 10^2$
416	$4,15 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,5478 \cdot 10^2$
417	$4,16 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,9219 \cdot 10^2$
418	$4,17 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,8557 \cdot 10^2$
419	$4,18 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,4223 \cdot 10^2$
420	$4,19 \cdot 10^3$	$1,8750 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0203 \cdot 10^2$
421	$4,20 \cdot 10^3$	$2,1374 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0192 \cdot 10^2$
422	$4,21 \cdot 10^3$	$3,8380 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8477 \cdot 10^2$
423	$4,22 \cdot 10^3$	$2,8196 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2819 \cdot 10^2$
424	$4,23 \cdot 10^3$	$3,0426 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3503 \cdot 10^2$
425	$4,24 \cdot 10^3$	$2,3256 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9900 \cdot 10^2$
426	$4,25 \cdot 10^3$	$3,0491 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5323 \cdot 10^2$
427	$4,26 \cdot 10^3$	$2,9078 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5722 \cdot 10^2$
428	$4,27 \cdot 10^3$	$3,1828 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8848 \cdot 10^2$
429	$4,28 \cdot 10^3$	$3,3837 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3569 \cdot 10^2$
430	$4,29 \cdot 10^3$	$3,4584 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5545 \cdot 10^2$
431	$4,30 \cdot 10^3$	$2,6585 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2959 \cdot 10^2$
432	$4,31 \cdot 10^3$	$2,1505 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2655 \cdot 10^2$
433	$4,32 \cdot 10^3$	$1,9619 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0086 \cdot 10^2$
434	$4,33 \cdot 10^3$	$2,8682 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1680 \cdot 10^2$
435	$4,34 \cdot 10^3$	$3,4535 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6804 \cdot 10^2$
436	$4,35 \cdot 10^3$	$3,6709 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9915 \cdot 10^2$
437	$4,36 \cdot 10^3$	$1,8462 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7377 \cdot 10^2$
438	$4,37 \cdot 10^3$	$7,5067 \cdot 10$	0,0000	$7,2793 \cdot 10^2$
439	$4,38 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,9204 \cdot 10^2$
440	$4,39 \cdot 10^3$	$1,9366 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9908 \cdot 10^2$
441	$4,40 \cdot 10^3$	$3,0453 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4259 \cdot 10^2$
442	$4,41 \cdot 10^3$	$3,4541 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6029 \cdot 10^2$
443	$4,42 \cdot 10^3$	$3,2523 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5998 \cdot 10^2$
444	$4,43 \cdot 10^3$	$3,0871 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1967 \cdot 10^2$
445	$4,44 \cdot 10^3$	$3,0256 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7642 \cdot 10^2$
446	$4,45 \cdot 10^3$	$2,4324 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7000 \cdot 10^2$
447	$4,46 \cdot 10^3$	$2,0669 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0246 \cdot 10^2$
448	$4,47 \cdot 10^3$	$1,9312 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4811 \cdot 10^2$
449	$4,48 \cdot 10^3$	$2,1890 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6114 \cdot 10^2$
450	$4,49 \cdot 10^3$	$2,3633 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2956 \cdot 10^2$
451	$4,50 \cdot 10^3$	$2,4280 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8241 \cdot 10^2$
452	$4,51 \cdot 10^3$	$3,5691 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6523 \cdot 10^2$
453	$4,52 \cdot 10^3$	$2,4985 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9145 \cdot 10^2$
454	$4,53 \cdot 10^3$	$2,6245 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3915 \cdot 10^2$



№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
455	$4,54 \cdot 10^3$	$1,9572 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6448 \cdot 10^2$
456	$4,55 \cdot 10^3$	$2,6383 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4415 \cdot 10^2$
457	$4,56 \cdot 10^3$	$2,3607 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2922 \cdot 10^2$
458	$4,57 \cdot 10^3$	$2,9465 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9843 \cdot 10^2$
459	$4,58 \cdot 10^3$	$3,3397 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1247 \cdot 10^2$
460	$4,59 \cdot 10^3$	$3,4858 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5842 \cdot 10^2$
461	$4,60 \cdot 10^3$	$1,7827 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9403 \cdot 10^2$
462	$4,61 \cdot 10^3$	$7,5059 \cdot 10$	0,0000	$8,1932 \cdot 10^2$
463	$4,62 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,7564 \cdot 10^2$
464	$4,63 \cdot 10^3$	$2,1431 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3590 \cdot 10^2$
465	$4,64 \cdot 10^3$	$3,3395 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3664 \cdot 10^2$
466	$4,65 \cdot 10^3$	$3,7826 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7717 \cdot 10^2$
467	$4,66 \cdot 10^3$	$2,5789 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8131 \cdot 10^2$
468	$4,67 \cdot 10^3$	$2,7945 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8731 \cdot 10^2$
469	$4,68 \cdot 10^3$	$2,8757 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5074 \cdot 10^2$
470	$4,69 \cdot 10^3$	$2,8989 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0520 \cdot 10^2$
471	$4,70 \cdot 10^3$	$1,9101 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9258 \cdot 10^2$
472	$4,71 \cdot 10^3$	$1,4690 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3864 \cdot 10^2$
473	$4,72 \cdot 10^3$	$7,5841 \cdot 10$	0,0000	$7,8573 \cdot 10^2$
474	$4,73 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,0471 \cdot 10^2$
475	$4,74 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,7815 \cdot 10^2$
476	$4,75 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,3045 \cdot 10^2$
477	$4,76 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,4159 \cdot 10^2$
478	$4,77 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,6230 \cdot 10^2$
479	$4,78 \cdot 10^3$	$1,9316 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0965 \cdot 10^2$
480	$4,79 \cdot 10^3$	$2,7660 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4011 \cdot 10^2$
481	$4,80 \cdot 10^3$	$3,0744 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2567 \cdot 10^2$
482	$4,81 \cdot 10^3$	$2,0239 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5461 \cdot 10^2$
483	$4,82 \cdot 10^3$	$1,3369 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1927 \cdot 10^2$
484	$4,83 \cdot 10^3$	$9,8462 \cdot 10$	0,0000	$7,2715 \cdot 10^2$
485	$4,84 \cdot 10^3$	$1,4910 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7099 \cdot 10^2$
486	$4,85 \cdot 10^3$	$1,8171 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1050 \cdot 10^2$
487	$4,86 \cdot 10^3$	$1,9278 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3000 \cdot 10^2$
488	$4,87 \cdot 10^3$	$7,9237 \cdot 10$	0,0000	$7,8924 \cdot 10^2$
489	$4,88 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,4636 \cdot 10^2$
490	$4,89 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,4077 \cdot 10^2$
491	$4,90 \cdot 10^3$	$1,9454 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7762 \cdot 10^2$
492	$4,91 \cdot 10^3$	$3,1151 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6555 \cdot 10^2$
493	$4,92 \cdot 10^3$	$3,5465 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7776 \cdot 10^2$
494	$4,93 \cdot 10^3$	$2,2676 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4556 \cdot 10^2$
495	$4,94 \cdot 10^3$	$1,4258 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9855 \cdot 10^2$
496	$4,95 \cdot 10^3$	$1,1132 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7995 \cdot 10^2$
497	$4,96 \cdot 10^3$	$2,3100 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0907 \cdot 10^2$
498	$4,97 \cdot 10^3$	$3,0891 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5675 \cdot 10^2$
499	$4,98 \cdot 10^3$	$3,3784 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8136 \cdot 10^2$
500	$4,99 \cdot 10^3$	$3,3941 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6028 \cdot 10^2$
501	$5,00 \cdot 10^3$	$3,3765 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1287 \cdot 10^2$
502	$5,01 \cdot 10^3$	$3,3698 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5127 \cdot 10^2$
503	$5,02 \cdot 10^3$	$2,6230 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6611 \cdot 10^2$

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
504	$5,03 \cdot 10^3$	$2,1561 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1228 \cdot 10^2$
505	$5,04 \cdot 10^3$	$1,9828 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4733 \cdot 10^2$
506	$5,05 \cdot 10^3$	$2,2938 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3904 \cdot 10^2$
507	$5,06 \cdot 10^3$	$2,5051 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6814 \cdot 10^2$
508	$5,07 \cdot 10^3$	$2,5835 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2887 \cdot 10^2$
509	$5,08 \cdot 10^3$	$2,1119 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3045 \cdot 10^2$
510	$5,09 \cdot 10^3$	$1,8092 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7143 \cdot 10^2$
511	$5,10 \cdot 10^3$	$1,6968 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1412 \cdot 10^2$
512	$5,11 \cdot 10^3$	$1,6185 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3567 \cdot 10^2$
513	$5,12 \cdot 10^3$	$1,5802 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9855 \cdot 10^2$
514	$5,13 \cdot 10^3$	$1,5661 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5328 \cdot 10^2$
515	$5,14 \cdot 10^3$	$2,7782 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4148 \cdot 10^2$
516	$5,15 \cdot 10^3$	$3,5385 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7399 \cdot 10^2$
517	$5,16 \cdot 10^3$	$3,8207 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6568 \cdot 10^2$
518	$5,17 \cdot 10^3$	$3,0362 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8390 \cdot 10^2$
519	$5,18 \cdot 10^3$	$2,5182 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5663 \cdot 10^2$
520	$5,19 \cdot 10^3$	$2,3258 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0896 \cdot 10^2$
521	$5,20 \cdot 10^3$	$1,3402 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8471 \cdot 10^2$
522	$5,21 \cdot 10^3$	$7,5004 \cdot 10$	0,0000	$8,0889 \cdot 10^2$
523	$5,22 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,5634 \cdot 10^2$
524	$5,23 \cdot 10^3$	$2,5762 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8614 \cdot 10^2$
525	$5,24 \cdot 10^3$	$3,8863 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7090 \cdot 10^2$
526	$5,25 \cdot 10^3$	$2,5280 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2463 \cdot 10^2$
527	$5,26 \cdot 10^3$	$2,4443 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6031 \cdot 10^2$
528	$5,27 \cdot 10^3$	$1,2030 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6902 \cdot 10^2$
529	$5,28 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,1319 \cdot 10^2$
530	$5,29 \cdot 10^3$	$1,7416 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5222 \cdot 10^2$
531	$5,30 \cdot 10^3$	$2,4265 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5021 \cdot 10^2$
532	$5,31 \cdot 10^3$	$2,6779 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9869 \cdot 10^2$
533	$5,32 \cdot 10^3$	$1,7531 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5618 \cdot 10^2$
534	$5,33 \cdot 10^3$	$1,1501 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5143 \cdot 10^2$
535	$5,34 \cdot 10^3$	$7,5001 \cdot 10$	0,0000	$7,8881 \cdot 10^2$
536	$5,35 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,3395 \cdot 10^2$
537	$5,36 \cdot 10^3$	$1,5079 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7921 \cdot 10^2$
538	$5,37 \cdot 10^3$	$1,5973 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4638 \cdot 10^2$
539	$5,38 \cdot 10^3$	$2,1994 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9952 \cdot 10^2$
540	$5,39 \cdot 10^3$	$2,5679 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8170 \cdot 10^2$
541	$5,40 \cdot 10^3$	$2,7047 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0931 \cdot 10^2$
542	$5,41 \cdot 10^3$	$3,2785 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6027 \cdot 10^2$
543	$5,42 \cdot 10^3$	$3,6247 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8416 \cdot 10^2$
544	$5,43 \cdot 10^3$	$3,7532 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6232 \cdot 10^2$
545	$5,44 \cdot 10^3$	$2,6840 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1483 \cdot 10^2$
546	$5,45 \cdot 10^3$	$2,0024 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8535 \cdot 10^2$
547	$5,46 \cdot 10^3$	$1,7493 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1577 \cdot 10^2$
548	$5,47 \cdot 10^3$	$2,1998 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6215 \cdot 10^2$
549	$5,48 \cdot 10^3$	$2,5059 \cdot 10^2$	0,0000	$8,9662 \cdot 10^2$
550	$5,49 \cdot 10^3$	$2,6197 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8750 \cdot 10^2$
551	$5,50 \cdot 10^3$	$2,2138 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4317 \cdot 10^2$
552	$5,51 \cdot 10^3$	$1,9489 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1738 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
553	$5,52 \cdot 10^3$	$1,8505 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1980 \cdot 10^2$
554	$5,53 \cdot 10^3$	$2,0054 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6120 \cdot 10^2$
555	$5,54 \cdot 10^3$	$2,1117 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0352 \cdot 10^2$
556	$5,55 \cdot 10^3$	$2,1512 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0784 \cdot 10^2$
557	$5,56 \cdot 10^3$	$1,1951 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4993 \cdot 10^2$
558	$5,57 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,0493 \cdot 10^2$
559	$5,58 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,9394 \cdot 10^2$
560	$5,59 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,2707 \cdot 10^2$
561	$5,60 \cdot 10^3$	$1,6409 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7385 \cdot 10^2$
562	$5,61 \cdot 10^3$	$1,8281 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8684 \cdot 10^2$
563	$5,62 \cdot 10^3$	$3,1968 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5888 \cdot 10^2$
564	$5,63 \cdot 10^3$	$4,0360 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1125 \cdot 10^2$
565	$5,64 \cdot 10^3$	$2,5130 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8773 \cdot 10^2$
566	$5,65 \cdot 10^3$	$2,5859 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0995 \cdot 10^2$
567	$5,66 \cdot 10^3$	$1,4696 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4132 \cdot 10^2$
568	$5,67 \cdot 10^3$	$7,9506 \cdot 10$	0,0000	$8,7047 \cdot 10^2$
569	$5,68 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,5443 \cdot 10^2$
570	$5,69 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,0796 \cdot 10^2$
571	$5,70 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,7378 \cdot 10^2$
572	$5,71 \cdot 10^3$	$2,3944 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2210 \cdot 10^2$
573	$5,72 \cdot 10^3$	$3,8270 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6658 \cdot 10^2$
574	$5,73 \cdot 10^3$	$2,5205 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0512 \cdot 10^2$
575	$5,74 \cdot 10^3$	$2,4427 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0227 \cdot 10^2$
576	$5,75 \cdot 10^3$	$2,3657 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6066 \cdot 10^2$
577	$5,76 \cdot 10^3$	$2,3370 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9890 \cdot 10^2$
578	$5,77 \cdot 10^3$	$2,1502 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9500 \cdot 10^2$
579	$5,78 \cdot 10^3$	$2,0360 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3290 \cdot 10^2$
580	$5,79 \cdot 10^3$	$1,9937 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7775 \cdot 10^2$
581	$5,80 \cdot 10^3$	$1,7135 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8833 \cdot 10^2$
582	$5,81 \cdot 10^3$	$7,5027 \cdot 10$	0,0000	$7,6710 \cdot 10^2$
583	$5,82 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,1640 \cdot 10^2$
584	$5,83 \cdot 10^3$	$2,4093 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0337 \cdot 10^2$
585	$5,84 \cdot 10^3$	$3,8125 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3166 \cdot 10^2$
586	$5,85 \cdot 10^3$	$2,5068 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7927 \cdot 10^2$
587	$5,86 \cdot 10^3$	$2,7737 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7901 \cdot 10^2$
588	$5,87 \cdot 10^3$	$1,7853 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5642 \cdot 10^2$
589	$5,88 \cdot 10^3$	$1,4097 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0886 \cdot 10^2$
590	$5,89 \cdot 10^3$	$7,5075 \cdot 10$	0,0000	$7,8006 \cdot 10^2$
591	$5,90 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,9649 \cdot 10^2$
592	$5,91 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,8647 \cdot 10^2$
593	$5,92 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,2035 \cdot 10^2$
594	$5,93 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,1040 \cdot 10^2$
595	$5,94 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,6577 \cdot 10^2$
596	$5,95 \cdot 10^3$	$1,8528 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2748 \cdot 10^2$
597	$5,96 \cdot 10^3$	$2,3985 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9392 \cdot 10^2$
598	$5,97 \cdot 10^3$	$2,6005 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3573 \cdot 10^2$
599	$5,98 \cdot 10^3$	$2,9126 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7765 \cdot 10^2$
600	$5,99 \cdot 10^3$	$3,0889 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8113 \cdot 10^2$
601	$6,00 \cdot 10^3$	$3,1542 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4298 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
602	$6,01 \cdot 10^3$	$2,8274 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3985 \cdot 10^2$
603	$6,02 \cdot 10^3$	$2,6166 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2969 \cdot 10^2$
604	$6,03 \cdot 10^3$	$2,5383 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6342 \cdot 10^2$
605	$6,04 \cdot 10^3$	$2,1245 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1003 \cdot 10^2$
606	$6,05 \cdot 10^3$	$1,8728 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2666 \cdot 10^2$
607	$6,06 \cdot 10^3$	$1,7795 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5403 \cdot 10^2$
608	$6,07 \cdot 10^3$	$3,4041 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0645 \cdot 10^2$
609	$6,08 \cdot 10^3$	$2,5672 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8367 \cdot 10^2$
610	$6,09 \cdot 10^3$	$2,7809 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0663 \cdot 10^2$
611	$6,10 \cdot 10^3$	$2,8846 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5422 \cdot 10^2$
612	$6,11 \cdot 10^3$	$1,8101 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8031 \cdot 10^2$
613	$6,12 \cdot 10^3$	$1,3728 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6348 \cdot 10^2$
614	$6,13 \cdot 10^3$	$1,8161 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1683 \cdot 10^2$
615	$6,14 \cdot 10^3$	$2,1352 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8325 \cdot 10^2$
616	$6,15 \cdot 10^3$	$2,2538 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9361 \cdot 10^2$
617	$6,16 \cdot 10^3$	$1,6323 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6229 \cdot 10^2$
618	$6,17 \cdot 10^3$	$1,2318 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0031 \cdot 10^2$
619	$6,18 \cdot 10^3$	$1,0831 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9663 \cdot 10^2$
620	$6,19 \cdot 10^3$	$1,9434 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5461 \cdot 10^2$
621	$6,20 \cdot 10^3$	$2,4961 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1290 \cdot 10^2$
622	$6,21 \cdot 10^3$	$2,7014 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6147 \cdot 10^2$
623	$6,22 \cdot 10^3$	$1,3621 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9987 \cdot 10^2$
624	$6,23 \cdot 10^3$	$7,5001 \cdot 10$	0,0000	$8,4444 \cdot 10^2$
625	$6,24 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,5419 \cdot 10^2$
626	$6,25 \cdot 10^3$	$1,6433 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2016 \cdot 10^2$
627	$6,26 \cdot 10^3$	$2,6386 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3756 \cdot 10^2$
628	$6,27 \cdot 10^3$	$2,9963 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2131 \cdot 10^2$
629	$6,28 \cdot 10^3$	$1,7126 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5028 \cdot 10^2$
630	$6,29 \cdot 10^3$	$7,5234 \cdot 10$	0,0000	$7,9783 \cdot 10^2$
631	$6,30 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,2024 \cdot 10^2$
632	$6,31 \cdot 10^3$	$1,5323 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8922 \cdot 10^2$
633	$6,32 \cdot 10^3$	$2,2403 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4160 \cdot 10^2$
634	$6,33 \cdot 10^3$	$2,4868 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1348 \cdot 10^2$
635	$6,34 \cdot 10^3$	$1,4911 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3070 \cdot 10^2$
636	$6,35 \cdot 10^3$	$7,5048 \cdot 10$	0,0000	$7,7744 \cdot 10^2$
637	$6,36 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,8494 \cdot 10^2$
638	$6,37 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,7417 \cdot 10^2$
639	$6,38 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,2924 \cdot 10^2$
640	$6,39 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,9147 \cdot 10^2$
641	$6,40 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,9558 \cdot 10^2$
642	$6,41 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,5016 \cdot 10^2$
643	$6,42 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,9167 \cdot 10^2$
644	$6,43 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,9431 \cdot 10^2$
645	$6,44 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,5565 \cdot 10^2$
646	$6,45 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,1124 \cdot 10^2$
647	$6,46 \cdot 10^3$	$1,9867 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7173 \cdot 10^2$
648	$6,47 \cdot 10^3$	$2,8426 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0605 \cdot 10^2$
649	$6,48 \cdot 10^3$	$3,1593 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5248 \cdot 10^2$
650	$6,49 \cdot 10^3$	$3,5952 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6832 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
651	$6,50 \cdot 10^3$	$3,8380 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3902 \cdot 10^2$
652	$6,51 \cdot 10^3$	$3,9280 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2655 \cdot 10^2$
653	$6,52 \cdot 10^3$	$2,9814 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0451 \cdot 10^2$
654	$6,53 \cdot 10^3$	$3,4213 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2821 \cdot 10^2$
655	$6,54 \cdot 10^3$	$3,5846 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7585 \cdot 10^2$
656	$6,55 \cdot 10^3$	$3,0525 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0363 \cdot 10^2$
657	$6,56 \cdot 10^3$	$2,7039 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8343 \cdot 10^2$
658	$6,57 \cdot 10^3$	$2,5744 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3661 \cdot 10^2$
659	$6,58 \cdot 10^3$	$2,1990 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0363 \cdot 10^2$
660	$6,59 \cdot 10^3$	$7,5555 \cdot 10$	0,0000	$7,1481 \cdot 10^2$
661	$6,60 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,5988 \cdot 10^2$
662	$6,61 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,5448 \cdot 10^2$
663	$6,62 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,4996 \cdot 10^2$
664	$6,63 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,0755 \cdot 10^2$
665	$6,64 \cdot 10^3$	$1,4702 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6625 \cdot 10^2$
666	$6,65 \cdot 10^3$	$2,1696 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6404 \cdot 10^2$
667	$6,66 \cdot 10^3$	$2,4056 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3404 \cdot 10^2$
668	$6,67 \cdot 10^3$	$1,2169 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7829 \cdot 10^2$
669	$6,68 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,8721 \cdot 10^2$
670	$6,69 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,5260 \cdot 10^2$
671	$6,70 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,0627 \cdot 10^2$
672	$6,71 \cdot 10^3$	$1,7798 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4083 \cdot 10^2$
673	$6,72 \cdot 10^3$	$2,0169 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7046 \cdot 10^2$
674	$6,73 \cdot 10^3$	$1,7855 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1793 \cdot 10^2$
675	$6,74 \cdot 10^3$	$1,6181 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3959 \cdot 10^2$
676	$6,75 \cdot 10^3$	$1,5558 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1553 \cdot 10^2$
677	$6,76 \cdot 10^3$	$2,5842 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8772 \cdot 10^2$
678	$6,77 \cdot 10^3$	$3,2341 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6028 \cdot 10^2$
679	$6,78 \cdot 10^3$	$3,4753 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7829 \cdot 10^2$
680	$6,79 \cdot 10^3$	$3,8212 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2519 \cdot 10^2$
681	$6,80 \cdot 10^3$	$4,0149 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5786 \cdot 10^2$
682	$6,81 \cdot 10^3$	$4,0867 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0084 \cdot 10^2$
683	$6,82 \cdot 10^3$	$2,6015 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5563 \cdot 10^2$
684	$6,83 \cdot 10^3$	$2,7471 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1838 \cdot 10^2$
685	$6,84 \cdot 10^3$	$2,8012 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2333 \cdot 10^2$
686	$6,85 \cdot 10^3$	$2,0986 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6593 \cdot 10^2$
687	$6,86 \cdot 10^3$	$2,8605 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9999 \cdot 10^2$
688	$6,87 \cdot 10^3$	$2,5750 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0179 \cdot 10^2$
689	$6,88 \cdot 10^3$	$2,4325 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6265 \cdot 10^2$
690	$6,89 \cdot 10^3$	$2,3705 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1855 \cdot 10^2$
691	$6,90 \cdot 10^3$	$2,3476 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1005 \cdot 10^2$
692	$6,91 \cdot 10^3$	$2,7899 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9914 \cdot 10^2$
693	$6,92 \cdot 10^3$	$3,1471 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4536 \cdot 10^2$
694	$6,93 \cdot 10^3$	$3,4033 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6041 \cdot 10^2$
695	$6,94 \cdot 10^3$	$3,7510 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3044 \cdot 10^2$
696	$6,95 \cdot 10^3$	$3,9444 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8302 \cdot 10^2$
697	$6,96 \cdot 10^3$	$4,0160 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4078 \cdot 10^2$
698	$6,97 \cdot 10^3$	$2,5861 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6521 \cdot 10^2$
699	$6,98 \cdot 10^3$	$2,9021 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1289 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
700	$6,99 \cdot 10^3$	$2,3338 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3998 \cdot 10^2$
701	$7,00 \cdot 10^3$	$2,7315 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2158 \cdot 10^2$
702	$7,01 \cdot 10^3$	$3,0355 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9320 \cdot 10^2$
703	$7,02 \cdot 10^3$	$3,1486 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6083 \cdot 10^2$
704	$7,03 \cdot 10^3$	$1,9189 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7284 \cdot 10^2$
705	$7,04 \cdot 10^3$	$1,1382 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1817 \cdot 10^2$
706	$7,05 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,5516 \cdot 10^2$
707	$7,06 \cdot 10^3$	$1,8786 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6927 \cdot 10^2$
708	$7,07 \cdot 10^3$	$2,5551 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2648 \cdot 10^2$
709	$7,08 \cdot 10^3$	$2,8054 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8561 \cdot 10^2$
710	$7,09 \cdot 10^3$	$3,7226 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8424 \cdot 10^2$
711	$7,10 \cdot 10^3$	$2,4834 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2362 \cdot 10^2$
712	$7,11 \cdot 10^3$	$2,5880 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8722 \cdot 10^2$
713	$7,12 \cdot 10^3$	$2,9324 \cdot 10^2$	0,0000	$8,9531 \cdot 10^2$
714	$7,13 \cdot 10^3$	$2,0692 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6012 \cdot 10^2$
715	$7,14 \cdot 10^3$	$1,7205 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1401 \cdot 10^2$
716	$7,15 \cdot 10^3$	$2,4151 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9936 \cdot 10^2$
717	$7,16 \cdot 10^3$	$2,8832 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8733 \cdot 10^2$
718	$7,17 \cdot 10^3$	$3,0570 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3470 \cdot 10^2$
719	$7,18 \cdot 10^3$	$3,0129 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5561 \cdot 10^2$
720	$7,19 \cdot 10^3$	$2,9687 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3082 \cdot 10^2$
721	$7,16 \cdot 10^3$	$2,9522 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8313 \cdot 10^2$
722	$7,21 \cdot 10^3$	$2,1972 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8991 \cdot 10^2$
723	$7,22 \cdot 10^3$	$1,7260 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0870 \cdot 10^2$
724	$7,23 \cdot 10^3$	$1,5511 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5575 \cdot 10^2$
725	$7,24 \cdot 10^3$	$1,5831 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8780 \cdot 10^2$
726	$7,25 \cdot 10^3$	$1,6198 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7539 \cdot 10^2$
727	$7,26 \cdot 10^3$	$1,6335 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6647 \cdot 10^2$
728	$7,27 \cdot 10^3$	$2,7490 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2975 \cdot 10^2$
729	$7,28 \cdot 10^3$	$3,5306 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3554 \cdot 10^2$
730	$7,29 \cdot 10^3$	$3,9000 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7851 \cdot 10^2$
731	$7,30 \cdot 10^3$	$2,1434 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1916 \cdot 10^2$
732	$7,31 \cdot 10^3$	$1,7444 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7126 \cdot 10^2$
733	$7,32 \cdot 10^3$	$7,7782 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3163 \cdot 10^2$
734	$7,33 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$6,8787 \cdot 10^2$
735	$7,34 \cdot 10^3$	$1,5833 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8020 \cdot 10^2$
736	$7,35 \cdot 10^3$	$1,6807 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1567 \cdot 10^2$
737	$7,36 \cdot 10^3$	$7,5774 \cdot 10$	0,0000	$8,9088 \cdot 10^2$
738	$7,37 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$9,0513 \cdot 10^2$
739	$7,38 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,7451 \cdot 10^2$
740	$7,39 \cdot 10^3$	$9,9178 \cdot 10$	0,0000	$8,2719 \cdot 10^2$
741	$7,40 \cdot 10^3$	$2,1747 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0666 \cdot 10^2$
742	$7,41 \cdot 10^3$	$2,4734 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7337 \cdot 10^2$
743	$7,42 \cdot 10^3$	$3,1422 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2106 \cdot 10^2$
744	$7,43 \cdot 10^3$	$3,5325 \cdot 10^2$	0,0000	$8,4746 \cdot 10^2$
745	$7,44 \cdot 10^3$	$3,6772 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2828 \cdot 10^2$
746	$7,45 \cdot 10^3$	$2,6816 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8117 \cdot 10^2$
747	$7,46 \cdot 10^3$	$2,0444 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9275 \cdot 10^2$
748	$7,47 \cdot 10^3$	$1,8078 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0557 \cdot 10^2$

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
749	$7,48 \cdot 10^3$	$2,7105 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5116 \cdot 10^2$
750	$7,49 \cdot 10^3$	$3,2982 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8761 \cdot 10^2$
751	$7,50 \cdot 10^3$	$3,5164 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8140 \cdot 10^2$
752	$7,51 \cdot 10^3$	$2,3843 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2970 \cdot 10^2$
753	$7,52 \cdot 10^3$	$1,6546 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8927 \cdot 10^2$
754	$7,53 \cdot 10^3$	$1,3837 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8874 \cdot 10^2$
755	$7,54 \cdot 10^3$	$3,5452 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2859 \cdot 10^2$
756	$7,55 \cdot 10^3$	$2,8466 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7218 \cdot 10^2$
757	$7,56 \cdot 10^3$	$3,1423 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1378 \cdot 10^2$
758	$7,57 \cdot 10^3$	$2,3984 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7803 \cdot 10^2$
759	$7,58 \cdot 10^3$	$1,9845 \cdot 10^2$	0,0000	$7,3214 \cdot 10^2$
760	$7,59 \cdot 10^3$	$2,9774 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1830 \cdot 10^2$
761	$7,60 \cdot 10^3$	$3,7797 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4924 \cdot 10^2$
762	$7,61 \cdot 10^3$	$2,4969 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3383 \cdot 10^2$
763	$7,62 \cdot 10^3$	$2,6069 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5398 \cdot 10^2$
764	$7,63 \cdot 10^3$	$3,5693 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2847 \cdot 10^2$
765	$7,64 \cdot 10^3$	$4,0624 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8077 \cdot 10^2$
766	$7,65 \cdot 10^3$	$2,6101 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5472 \cdot 10^2$
767	$7,66 \cdot 10^3$	$1,9767 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1707 \cdot 10^2$
768	$7,67 \cdot 10^3$	$2,6312 \cdot 10^2$	0,0000	$8,6425 \cdot 10^2$
769	$7,68 \cdot 10^3$	$2,3764 \cdot 10^2$	0,0000	$8,9567 \cdot 10^2$
770	$7,69 \cdot 10^3$	$2,8703 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8245 \cdot 10^2$
771	$7,70 \cdot 10^3$	$3,2038 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3673 \cdot 10^2$
772	$7,71 \cdot 10^3$	$3,3277 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4023 \cdot 10^2$
773	$7,72 \cdot 10^3$	$2,6630 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4686 \cdot 10^2$
774	$7,73 \cdot 10^3$	$2,2351 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9019 \cdot 10^2$
775	$7,74 \cdot 10^3$	$2,0762 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3039 \cdot 10^2$
776	$7,75 \cdot 10^3$	$2,8516 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3050 \cdot 10^2$
777	$7,76 \cdot 10^3$	$2,4166 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3826 \cdot 10^2$
778	$7,77 \cdot 10^3$	$2,2548 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9484 \cdot 10^2$
779	$7,78 \cdot 10^3$	$1,4998 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8800 \cdot 10^2$
780	$7,79 \cdot 10^3$	$7,8373 \cdot 10$	0,0000	$8,2404 \cdot 10^2$
781	$7,80 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,6981 \cdot 10^2$
782	$7,81 \cdot 10^3$	$1,1307 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8438 \cdot 10^2$
783	$7,82 \cdot 10^3$	$1,7810 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5312 \cdot 10^2$
784	$7,83 \cdot 10^3$	$1,9146 \cdot 10^2$	0,0000	$7,0591 \cdot 10^2$
785	$7,84 \cdot 10^3$	$3,7156 \cdot 10^2$	0,0000	$6,8615 \cdot 10^2$
786	$7,85 \cdot 10^3$	$2,7924 \cdot 10^2$	0,0000	$7,1201 \cdot 10^2$
787	$7,86 \cdot 10^3$	$3,0314 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3402 \cdot 10^2$
788	$7,87 \cdot 10^3$	$2,9254 \cdot 10^2$	0,0000	$8,5971 \cdot 10^2$
789	$7,88 \cdot 10^3$	$2,8362 \cdot 10^2$	0,0000	$8,3977 \cdot 10^2$
790	$7,89 \cdot 10^3$	$2,8030 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9253 \cdot 10^2$
791	$7,90 \cdot 10^3$	$2,6462 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6142 \cdot 10^2$
792	$7,91 \cdot 10^3$	$1,3176 \cdot 10^2$	0,0000	$6,9308 \cdot 10^2$
793	$7,92 \cdot 10^3$	$7,5006 \cdot 10$	0,0000	$7,3891 \cdot 10^2$
794	$7,93 \cdot 10^3$	$1,5567 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7481 \cdot 10^2$
795	$7,94 \cdot 10^3$	$2,1154 \cdot 10^2$	0,0000	$7,6777 \cdot 10^2$
796	$7,95 \cdot 10^3$	$2,3125 \cdot 10^2$	0,0000	$7,2426 \cdot 10^2$
797	$7,96 \cdot 10^3$	$1,1676 \cdot 10^2$	0,0000	$7,9392 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
798	$7,97 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,9424 \cdot 10^2$
799	$7,98 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$8,3455 \cdot 10^2$
800	$7,99 \cdot 10^3$	$1,8295 \cdot 10^2$	0,0000	$8,7780 \cdot 10^2$
801	$8,00 \cdot 10^3$	$2,9229 \cdot 10^2$	0,0000	$8,8422 \cdot 10^2$
802	$8,01 \cdot 10^3$	$3,3240 \cdot 10^2$	0,0000	$8,0220 \cdot 10^2$
803	$8,02 \cdot 10^3$	$2,6649 \cdot 10^2$	0,0000	$7,5654 \cdot 10^2$
804	$8,03 \cdot 10^3$	$2,7450 \cdot 10^2$	0,0000	$7,4352 \cdot 10^2$
805	$8,04 \cdot 10^3$	$2,8576 \cdot 10^2$	0,0000	$7,7509 \cdot 10^2$
806	$8,05 \cdot 10^3$	$2,8998 \cdot 10^2$	0,0000	$8,2224 \cdot 10^2$
807	$8,06 \cdot 10^3$	$1,8728 \cdot 10^2$	0,0000	$8,1194 \cdot 10^2$
808	$8,07 \cdot 10^3$	$1,4296 \cdot 10^2$	0,0000	$7,8573 \cdot 10^2$
809	$8,08 \cdot 10^3$	$7,5042 \cdot 10$	0,0000	$7,3803 \cdot 10^2$
810	$8,09 \cdot 10^3$	$7,5000 \cdot 10$	0,0000	$7,1269 \cdot 10^2$
811	$8,10 \cdot 10^3$	$1,6734 \cdot 10$	0,0000	$6,2302 \cdot 10^2$
812	$8,11 \cdot 10^3$	$1,0282 \cdot 10^{-4}$	0,0000	$7,6415 \cdot 10^2$
813	$8,12 \cdot 10^3$	$6,3175 \cdot 10^{-10}$	0,0000	$7,9494 \cdot 10^2$
814	$8,13 \cdot 10^3$	$3,8816 \cdot 10^{-15}$	0,0000	$7,8091 \cdot 10^2$
815	$8,14 \cdot 10^3$	$2,3849 \cdot 10^{-20}$	0,0000	$7,3496 \cdot 10^2$
816	$8,15 \cdot 10^3$	$1,4653 \cdot 10^{-25}$	0,0000	$6,9934 \cdot 10^2$
817	$8,16 \cdot 10^3$	$9,0036 \cdot 10^{-31}$	0,0000	$6,0347 \cdot 10^2$
818	$8,17 \cdot 10^3$	$5,5320 \cdot 10^{-36}$	0,0000	$6,4714 \cdot 10^2$
819	$8,18 \cdot 10^3$	$3,3989 \cdot 10^{-41}$	0,0000	$6,8688 \cdot 10^2$
820	$8,19 \cdot 10^3$	$2,0884 \cdot 10^{-46}$	0,0000	$6,8614 \cdot 10^2$
821	$8,20 \cdot 10^3$	$1,2831 \cdot 10^{-51}$	0,0000	$6,4561 \cdot 10^2$
822	$8,21 \cdot 10^3$	$7,8840 \cdot 10^{-57}$	0,0000	$7,0441 \cdot 10^2$
823	$8,22 \cdot 10^3$	$4,8441 \cdot 10^{-62}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9842 \cdot 10^2$
824	$8,23 \cdot 10^3$	$2,9763 \cdot 10^{-67}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3500 \cdot 10^2$
825	$8,24 \cdot 10^3$	$1,8287 \cdot 10^{-72}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8053 \cdot 10^2$
826	$8,25 \cdot 10^3$	$1,1236 \cdot 10^{-77}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9315 \cdot 10^2$
827	$8,26 \cdot 10^3$	$6,9036 \cdot 10^{-83}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3336 \cdot 10^2$
828	$8,27 \cdot 10^3$	$4,2417 \cdot 10^{-88}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8628 \cdot 10^2$
829	$8,28 \cdot 10^3$	$2,6062 \cdot 10^{-93}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,6729 \cdot 10^2$
830	$8,29 \cdot 10^3$	$1,6013 \cdot 10^{-98}$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9386 \cdot 10^2$
831	$8,30 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4155 \cdot 10^2$
832	$8,31 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0729 \cdot 10^2$
833	$8,32 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8658 \cdot 10^2$
834	$8,33 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3922 \cdot 10^2$
835	$8,34 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,0877 \cdot 10^2$
836	$8,35 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,2320 \cdot 10^2$
837	$8,36 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4193 \cdot 10^2$
838	$8,37 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7727 \cdot 10^2$
839	$8,38 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6939 \cdot 10^2$
840	$8,39 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2554 \cdot 10^2$
841	$8,40 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8604 \cdot 10^2$
842	$8,41 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1160 \cdot 10^2$
843	$8,42 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5236 \cdot 10^2$
844	$8,43 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9524 \cdot 10^2$
845	$8,44 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0082 \cdot 10^2$
846	$8,45 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6397 \cdot 10^2$



Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
847	$8,46 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9449 \cdot 10^2$
848	$8,47 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8228 \cdot 10^2$
849	$8,48 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1449 \cdot 10^2$
850	$8,49 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6150 \cdot 10^2$
851	$8,50 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8010 \cdot 10^2$
852	$8,51 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3634 \cdot 10^2$
853	$8,52 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8865 \cdot 10^2$
854	$8,53 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,6404 \cdot 10^2$
855	$8,54 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8513 \cdot 10^2$
856	$8,55 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3253 \cdot 10^2$
857	$8,56 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3673 \cdot 10^2$
858	$8,57 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2189 \cdot 10^2$
859	$8,58 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7572 \cdot 10^2$
860	$8,59 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4067 \cdot 10^2$
861	$8,60 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4897 \cdot 10^2$
862	$8,61 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4588 \cdot 10^2$
863	$8,62 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8514 \cdot 10^2$
864	$8,63 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8356 \cdot 10^2$
865	$8,64 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4259 \cdot 10^2$
866	$8,65 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9989 \cdot 10^2$
867	$8,66 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3401 \cdot 10^2$
868	$8,67 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7113 \cdot 10^2$
869	$8,68 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1640 \cdot 10^2$
870	$8,69 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2820 \cdot 10^2$
871	$8,70 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9568 \cdot 10^2$
872	$8,71 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,1119 \cdot 10^2$
873	$8,72 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,9298 \cdot 10^2$
874	$8,73 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,2024 \cdot 10^2$
875	$8,74 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,6791 \cdot 10^2$
876	$8,75 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9216 \cdot 10^2$
877	$8,76 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1852 \cdot 10^2$
878	$8,77 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7107 \cdot 10^2$
879	$8,78 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4127 \cdot 10^2$
880	$8,79 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5651 \cdot 10^2$
881	$8,80 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0278 \cdot 10^2$
882	$8,81 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4325 \cdot 10^2$
883	$8,82 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3454 \cdot 10^2$
884	$8,83 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9037 \cdot 10^2$
885	$8,84 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5134 \cdot 10^2$
886	$8,85 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5334 \cdot 10^2$
887	$8,86 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4277 \cdot 10^2$
888	$8,87 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8528 \cdot 10^2$
889	$8,88 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9002 \cdot 10^2$
890	$8,89 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5264 \cdot 10^2$
891	$8,90 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,0750 \cdot 10^2$
892	$8,91 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,0342 \cdot 10^2$
893	$8,92 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3625 \cdot 10^2$
894	$8,93 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8311 \cdot 10^2$
895	$8,94 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0093 \cdot 10^2$

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
896	$8,95 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7332 \cdot 10^2$
897	$8,96 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,1540 \cdot 10^2$
898	$8,97 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,9152 \cdot 10^2$
899	$8,98 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,1336 \cdot 10^2$
900	$8,99 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,6085 \cdot 10^2$
901	$9,00 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9032 \cdot 10^2$
902	$9,01 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7595 \cdot 10^2$
903	$9,02 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,2957 \cdot 10^2$
904	$9,03 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,9510 \cdot 10^2$
905	$9,04 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,0423 \cdot 10^2$
906	$9,05 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4856 \cdot 10^2$
907	$9,06 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2574 \cdot 10^2$
908	$9,07 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2332 \cdot 10^2$
909	$9,08 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8192 \cdot 10^2$
910	$9,09 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3961 \cdot 10^2$
911	$9,10 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3528 \cdot 10^2$
912	$9,11 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4025 \cdot 10^2$
913	$9,12 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8526 \cdot 10^2$
914	$9,13 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9624 \cdot 10^2$
915	$9,14 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6311 \cdot 10^2$
916	$9,15 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1633 \cdot 10^2$
917	$9,16 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,9626 \cdot 10^2$
918	$9,17 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,2421 \cdot 10^2$
919	$9,18 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7184 \cdot 10^2$
920	$9,19 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9536 \cdot 10^2$
921	$9,20 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7314 \cdot 10^2$
922	$9,21 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8816 \cdot 10^2$
923	$9,22 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5902 \cdot 10^2$
924	$9,23 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7506 \cdot 10^2$
925	$9,24 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2153 \cdot 10^2$
926	$9,25 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5571 \cdot 10^2$
927	$9,26 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7108 \cdot 10^2$
928	$9,27 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,2659 \cdot 10^2$
929	$9,28 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,8806 \cdot 10^2$
930	$9,29 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$5,9090 \cdot 10^2$
931	$9,30 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,3251 \cdot 10^2$
932	$9,31 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4168 \cdot 10^2$
933	$9,32 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4558 \cdot 10^2$
934	$9,33 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0768 \cdot 10^2$
935	$9,34 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,6282 \cdot 10^2$
936	$9,35 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5225 \cdot 10^2$
937	$9,36 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,0674 \cdot 10^2$
938	$9,37 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,5343 \cdot 10^2$
939	$9,38 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,7047 \cdot 10^2$
940	$9,39 \cdot 10^3$	0,0000	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,4217 \cdot 10^2$
941	$9,40 \cdot 10^3$	$5,9153 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0457 \cdot 10^2$
942	$9,41 \cdot 10^3$	$7,4999 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2111 \cdot 10^2$
943	$9,42 \cdot 10^3$	$1,1250 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4370 \cdot 10^2$
944	$9,43 \cdot 10^3$	$7,5142 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9126 \cdot 10^2$

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
945	$9,44 \cdot 10^3$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2007 \cdot 10^2$
946	$9,45 \cdot 10^3$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0363 \cdot 10^2$
947	$9,46 \cdot 10^3$	$1,9484 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3012 \cdot 10^2$
948	$9,47 \cdot 10^3$	$3,1348 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9624 \cdot 10^2$
949	$9,48 \cdot 10^3$	$3,5722 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0619 \cdot 10^2$
950	$9,49 \cdot 10^3$	$3,1339 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5082 \cdot 10^2$
951	$9,50 \cdot 10^3$	$2,8179 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8911 \cdot 10^2$
952	$9,51 \cdot 10^3$	$2,7004 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3549 \cdot 10^2$
953	$9,52 \cdot 10^3$	$1,4295 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9367 \cdot 10^2$
954	$9,53 \cdot 10^3$	7,5005·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5176 \cdot 10^2$
955	$9,54 \cdot 10^3$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4828 \cdot 10^2$
956	$9,55 \cdot 10^3$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8643 \cdot 10^2$
957	$9,56 \cdot 10^3$	$1,8993 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0030 \cdot 10^2$
958	$9,57 \cdot 10^3$	$2,1266 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1045 \cdot 10^2$
959	$9,58 \cdot 10^3$	$1,8360 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7672 \cdot 10^2$
960	$9,59 \cdot 10^3$	$1,6325 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3011 \cdot 10^2$
961	$9,60 \cdot 10^3$	$1,5569 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1348 \cdot 10^2$
962	$9,61 \cdot 10^3$	$2,9624 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1691 \cdot 10^2$
963	$9,62 \cdot 10^3$	$3,8496 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6448 \cdot 10^2$
964	$9,63 \cdot 10^3$	$2,5477 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8726 \cdot 10^2$
965	$9,64 \cdot 10^3$	$2,4743 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6430 \cdot 10^2$
966	$9,65 \cdot 10^3$	$2,4930 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1671 \cdot 10^2$
967	$9,66 \cdot 10^3$	$2,4998 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9514 \cdot 10^2$
968	$9,67 \cdot 10^3$	$2,1746 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1197 \cdot 10^2$
969	$9,68 \cdot 10^3$	$1,9703 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5862 \cdot 10^2$
970	$9,69 \cdot 10^3$	$1,8944 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9221 \cdot 10^2$
971	$9,70 \cdot 10^3$	$3,0952 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8184 \cdot 10^2$
972	$9,71 \cdot 10^3$	$2,9936 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0633 \cdot 10^2$
973	$9,72 \cdot 10^3$	$2,9559 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6830 \cdot 10^2$
974	$9,73 \cdot 10^3$	$3,1905 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7199 \cdot 10^2$
975	$9,74 \cdot 10^3$	$3,3409 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1401 \cdot 10^2$
976	$9,75 \cdot 10^3$	$3,3968 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5572 \cdot 10^2$
977	$9,76 \cdot 10^3$	$2,1585 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,9159 \cdot 10^2$
978	$9,77 \cdot 10^3$	$1,3778 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5319 \cdot 10^2$
979	$9,78 \cdot 10^3$	$1,0880 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0862 \cdot 10^2$
980	$9,79 \cdot 10^3$	$1,8892 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9888 \cdot 10^2$
981	$9,80 \cdot 10^3$	$2,4196 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3290 \cdot 10^2$
982	$9,81 \cdot 10^3$	$2,6164 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8412 \cdot 10^2$
983	$9,82 \cdot 10^3$	$2,0767 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0036 \cdot 10^2$
984	$9,83 \cdot 10^3$	$1,7201 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7139 \cdot 10^2$
985	$9,84 \cdot 10^3$	$1,5877 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2384 \cdot 10^2$
986	$9,85 \cdot 10^3$	$2,5523 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0143 \cdot 10^2$
987	$9,86 \cdot 10^3$	$3,1689 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8484 \cdot 10^2$
988	$9,87 \cdot 10^3$	$3,3978 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3246 \cdot 10^2$
989	$9,88 \cdot 10^3$	$2,6455 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6059 \cdot 10^2$
990	$9,89 \cdot 10^3$	$2,1527 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4336 \cdot 10^2$
991	$9,90 \cdot 10^3$	$1,9697 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9662 \cdot 10^2$
992	$9,91 \cdot 10^3$	$3,5498 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5159 \cdot 10^2$
993	$9,92 \cdot 10^3$	$2,6350 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6237 \cdot 10^2$

7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
994	$9,93 \cdot 10^3$	$2,8499 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0729 \cdot 10^2$
995	$9,94 \cdot 10^3$	$2,1395 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4507 \cdot 10^2$
996	$9,95 \cdot 10^3$	$2,8959 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4096 \cdot 10^2$
997	$9,96 \cdot 10^3$	$2,5975 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1962 \cdot 10^2$
998	$9,97 \cdot 10^3$	$3,3701 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7811 \cdot 10^2$
999	$9,98 \cdot 10^3$	$3,8823 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7547 \cdot 10^2$
1000	$9,99 \cdot 10^3$	$4,0725 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1413 \cdot 10^2$
1001	$1,00 \cdot 10^4$	$3,0931 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5854 \cdot 10^2$
1002	$1,00 \cdot 10^4$	$2,4618 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5544 \cdot 10^2$
1003	$1,00 \cdot 10^4$	$2,2274 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2112 \cdot 10^2$
1004	$1,00 \cdot 10^4$	$9,3974 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7469 \cdot 10^2$
1005	$1,00 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5885 \cdot 10^2$
1006	$1,00 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8815 \cdot 10^2$
1007	$1,00 \cdot 10^4$	$1,2071 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8602 \cdot 10^2$
1008	$1,00 \cdot 10^4$	$2,2486 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0805 \cdot 10^2$
1009	$1,00 \cdot 10^4$	$2,5544 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8435 \cdot 10^2$
1010	$1,00 \cdot 10^4$	$2,2141 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3671 \cdot 10^2$
1011	$1,01 \cdot 10^4$	$1,9719 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0892 \cdot 10^2$
1012	$1,01 \cdot 10^4$	$1,8819 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8879 \cdot 10^2$
1013	$1,01 \cdot 10^4$	$7,7607 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3561 \cdot 10^2$
1014	$1,01 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6859 \cdot 10^2$
1015	$1,01 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5741 \cdot 10^2$
1016	$1,01 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1234 \cdot 10^2$
1017	$1,01 \cdot 10^4$	$2,0680 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3269 \cdot 10^2$
1018	$1,01 \cdot 10^4$	$2,3503 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3722 \cdot 10^2$
1019	$1,01 \cdot 10^4$	$2,4878 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7963 \cdot 10^2$
1020	$1,01 \cdot 10^4$	$2,5470 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2093 \cdot 10^2$
1021	$1,02 \cdot 10^4$	$2,5689 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2314 \cdot 10^2$
1022	$1,02 \cdot 10^4$	$2,0651 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4503 \cdot 10^2$
1023	$1,02 \cdot 10^4$	$1,7476 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0078 \cdot 10^2$
1024	$1,02 \cdot 10^4$	$1,6297 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9186 \cdot 10^2$
1025	$1,02 \cdot 10^4$	$2,9859 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2647 \cdot 10^2$
1026	$1,02 \cdot 10^4$	$3,8463 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7280 \cdot 10^2$
1027	$1,02 \cdot 10^4$	$2,6795 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1125 \cdot 10^2$
1028	$1,02 \cdot 10^4$	$2,5317 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8161 \cdot 10^2$
1029	$1,02 \cdot 10^4$	$1,4876 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3415 \cdot 10^2$
1030	$1,02 \cdot 10^4$	$1,0978 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1249 \cdot 10^2$
1031	$1,03 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3655 \cdot 10^2$
1032	$1,03 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8922 \cdot 10^2$
1033	$1,03 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1666 \cdot 10^2$
1034	$1,03 \cdot 10^4$	$1,0670 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9865 \cdot 10^2$
1035	$1,03 \cdot 10^4$	$1,8714 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5175 \cdot 10^2$
1036	$1,03 \cdot 10^4$	$2,0435 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1907 \cdot 10^2$
1037	$1,03 \cdot 10^4$	$2,4267 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0463 \cdot 10^2$
1038	$1,03 \cdot 10^4$	$2,6504 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4984 \cdot 10^2$
1039	$1,03 \cdot 10^4$	$2,7333 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8709 \cdot 10^2$
1040	$1,03 \cdot 10^4$	$2,0374 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8214 \cdot 10^2$
1041	$1,04 \cdot 10^4$	$1,5938 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3954 \cdot 10^2$
1042	$1,04 \cdot 10^4$	$1,4291 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5073 \cdot 10^2$

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
1043	$1,04 \cdot 10^4$	$1,5615 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4893 \cdot 10^2$
1044	$1,04 \cdot 10^4$	$1,6601 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8808 \cdot 10^2$
1045	$1,04 \cdot 10^4$	$1,6968 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3217 \cdot 10^2$
1046	$1,04 \cdot 10^4$	$8,5128 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4068 \cdot 10^2$
1047	$1,04 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3797 \cdot 10^2$
1048	$1,04 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9175 \cdot 10^2$
1049	$1,04 \cdot 10^4$	$2,9330 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7670 \cdot 10^2$
1050	$1,04 \cdot 10^4$	$2,6003 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0667 \cdot 10^2$
1051	$1,05 \cdot 10^4$	$2,9131 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5409 \cdot 10^2$
1052	$1,05 \cdot 10^4$	$3,0018 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8061 \cdot 10^2$
1053	$1,05 \cdot 10^4$	$3,0261 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5618 \cdot 10^2$
1054	$1,05 \cdot 10^4$	$3,0349 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0850 \cdot 10^2$
1055	$1,05 \cdot 10^4$	$2,5822 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8141 \cdot 10^2$
1056	$1,05 \cdot 10^4$	$7,9308 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9981 \cdot 10^2$
1057	$1,05 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5881 \cdot 10^2$
1058	$1,05 \cdot 10^4$	$2,7645 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9118 \cdot 10^2$
1059	$1,05 \cdot 10^4$	$2,5749 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7917 \cdot 10^2$
1060	$1,05 \cdot 10^4$	$2,8400 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3383 \cdot 10^2$
1061	$1,06 \cdot 10^4$	$2,7902 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9685 \cdot 10^2$
1062	$1,06 \cdot 10^4$	$1,5046 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7628 \cdot 10^2$
1063	$1,06 \cdot 10^4$	$7,5974 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1907 \cdot 10^2$
1064	$1,06 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5994 \cdot 10^2$
1065	$1,06 \cdot 10^4$	$1,5250 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6131 \cdot 10^2$
1066	$1,06 \cdot 10^4$	$1,6109 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2193 \cdot 10^2$
1067	$1,06 \cdot 10^4$	$2,3323 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3952 \cdot 10^2$
1068	$1,06 \cdot 10^4$	$2,7759 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3143 \cdot 10^2$
1069	$1,06 \cdot 10^4$	$2,9405 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6662 \cdot 10^2$
1070	$1,06 \cdot 10^4$	$2,2950 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1273 \cdot 10^2$
1071	$1,07 \cdot 10^4$	$1,8752 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2738 \cdot 10^2$
1072	$1,07 \cdot 10^4$	$1,7193 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3014 \cdot 10^2$
1073	$1,07 \cdot 10^4$	$2,9971 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8276 \cdot 10^2$
1074	$1,07 \cdot 10^4$	$3,8120 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6186 \cdot 10^2$
1075	$1,07 \cdot 10^4$	$4,1145 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8665 \cdot 10^2$
1076	$1,07 \cdot 10^4$	$4,1323 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3434 \cdot 10^2$
1077	$1,07 \cdot 10^4$	$4,1147 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1913 \cdot 10^2$
1078	$1,07 \cdot 10^4$	$4,1080 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0034 \cdot 10^2$
1079	$1,07 \cdot 10^4$	$2,0471 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5329 \cdot 10^2$
1080	$1,07 \cdot 10^4$	$7,5226 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2124 \cdot 10^2$
1081	$1,08 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3365 \cdot 10^2$
1082	$1,08 \cdot 10^4$	$2,6076 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5194 \cdot 10^2$
1083	$1,08 \cdot 10^4$	$3,4419 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8866 \cdot 10^2$
1084	$1,08 \cdot 10^4$	$2,7003 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8287 \cdot 10^2$
1085	$1,08 \cdot 10^4$	$2,9998 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3989 \cdot 10^2$
1086	$1,08 \cdot 10^4$	$3,1566 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9925 \cdot 10^2$
1087	$1,08 \cdot 10^4$	$3,2147 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0024 \cdot 10^2$
1088	$1,08 \cdot 10^4$	$3,9293 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3986 \cdot 10^2$
1089	$1,08 \cdot 10^4$	$2,6054 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8362 \cdot 10^2$
1090	$1,08 \cdot 10^4$	$2,7022 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9129 \cdot 10^2$
1091	$1,09 \cdot 10^4$	$2,4393 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5582 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
1092	$1,09 \cdot 10^4$	$2,2654 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2050 \cdot 10^2$
1093	$1,09 \cdot 10^4$	$2,2008 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0626 \cdot 10^2$
1094	$1,09 \cdot 10^4$	$2,5757 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3688 \cdot 10^2$
1095	$1,09 \cdot 10^4$	$2,8165 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8421 \cdot 10^2$
1096	$1,09 \cdot 10^4$	$2,9059 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$9,0473 \cdot 10^2$
1097	$1,09 \cdot 10^4$	$2,7715 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1030 \cdot 10^2$
1098	$1,09 \cdot 10^4$	$2,6788 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6260 \cdot 10^2$
1099	$1,09 \cdot 10^4$	$2,6444 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3620 \cdot 10^2$
1100	$1,09 \cdot 10^4$	$2,1963 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5538 \cdot 10^2$
1101	$1,10 \cdot 10^4$	$1,9191 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0250 \cdot 10^2$
1102	$1,10 \cdot 10^4$	$3,0480 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2218 \cdot 10^2$
1103	$1,10 \cdot 10^4$	$3,6637 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0936 \cdot 10^2$
1104	$1,10 \cdot 10^4$	$4,0655 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6377 \cdot 10^2$
1105	$1,10 \cdot 10^4$	$2,5351 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2732 \cdot 10^2$
1106	$1,10 \cdot 10^4$	$2,2334 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3353 \cdot 10^2$
1107	$1,10 \cdot 10^4$	$2,0510 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2777 \cdot 10^2$
1108	$1,10 \cdot 10^4$	$1,9832 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6820 \cdot 10^2$
1109	$1,10 \cdot 10^4$	$2,0000 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6873 \cdot 10^2$
1110	$1,10 \cdot 10^4$	$2,0169 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2887 \cdot 10^2$
1111	$1,11 \cdot 10^4$	$2,0232 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8528 \cdot 10^2$
1112	$1,11 \cdot 10^4$	$2,7333 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1422 \cdot 10^2$
1113	$1,11 \cdot 10^4$	$3,1774 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4997 \cdot 10^2$
1114	$1,11 \cdot 10^4$	$3,3422 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9586 \cdot 10^2$
1115	$1,11 \cdot 10^4$	$2,3387 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0970 \cdot 10^2$
1116	$1,11 \cdot 10^4$	$2,8402 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7876 \cdot 10^2$
1117	$1,11 \cdot 10^4$	$2,4430 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6652 \cdot 10^2$
1118	$1,11 \cdot 10^4$	$2,0798 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4638 \cdot 10^2$
1119	$1,11 \cdot 10^4$	$2,0458 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7189 \cdot 10^2$
1120	$1,11 \cdot 10^4$	$3,1493 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1959 \cdot 10^2$
1121	$1,12 \cdot 10^4$	$3,2674 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4563 \cdot 10^2$
1122	$1,12 \cdot 10^4$	$3,2567 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2587 \cdot 10^2$
1123	$1,12 \cdot 10^4$	$2,6910 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7869 \cdot 10^2$
1124	$1,12 \cdot 10^4$	$2,0493 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4727 \cdot 10^2$
1125	$1,12 \cdot 10^4$	$2,7329 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6050 \cdot 10^2$
1126	$1,12 \cdot 10^4$	$2,4707 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0621 \cdot 10^2$
1127	$1,12 \cdot 10^4$	$3,2044 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8617 \cdot 10^2$
1128	$1,12 \cdot 10^4$	$3,6887 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7955 \cdot 10^2$
1129	$1,12 \cdot 10^4$	$3,8686 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3621 \cdot 10^2$
1130	$1,12 \cdot 10^4$	$4,1611 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9601 \cdot 10^2$
1131	$1,13 \cdot 10^4$	$2,5783 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9591 \cdot 10^2$
1132	$1,13 \cdot 10^4$	$2,6149 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4625 \cdot 10^2$
1133	$1,13 \cdot 10^4$	$2,4492 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8967 \cdot 10^2$
1134	$1,13 \cdot 10^4$	$2,3420 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9651 \cdot 10^2$
1135	$1,13 \cdot 10^4$	$2,3021 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6047 \cdot 10^2$
1136	$1,13 \cdot 10^4$	$2,1816 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1470 \cdot 10^2$
1137	$1,13 \cdot 10^4$	$2,1099 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7392 \cdot 10^2$
1138	$1,13 \cdot 10^4$	$2,0833 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0519 \cdot 10^2$
1139	$1,13 \cdot 10^4$	$2,2074 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5240 \cdot 10^2$
1140	$1,13 \cdot 10^4$	$2,2877 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7215 \cdot 10^2$

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
1141	$1,14 \cdot 10^4$	$2,3175 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4629 \cdot 10^2$
1142	$1,14 \cdot 10^4$	$2,8167 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2585 \cdot 10^2$
1143	$1,14 \cdot 10^4$	$3,1264 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0016 \cdot 10^2$
1144	$1,14 \cdot 10^4$	$3,2414 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1611 \cdot 10^2$
1145	$1,14 \cdot 10^4$	$2,6375 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6735 \cdot 10^2$
1146	$1,14 \cdot 10^4$	$2,2485 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9845 \cdot 10^2$
1147	$1,14 \cdot 10^4$	$2,1040 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8362 \cdot 10^2$
1148	$1,14 \cdot 10^4$	$2,4861 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3778 \cdot 10^2$
1149	$1,14 \cdot 10^4$	$2,7391 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0189 \cdot 10^2$
1150	$1,14 \cdot 10^4$	$2,8331 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0893 \cdot 10^2$
1151	$1,15 \cdot 10^4$	$2,4374 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5244 \cdot 10^2$
1152	$1,15 \cdot 10^4$	$2,1808 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8993 \cdot 10^2$
1153	$1,15 \cdot 10^4$	$2,0855 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8962 \cdot 10^2$
1154	$1,15 \cdot 10^4$	$2,4690 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4931 \cdot 10^2$
1155	$1,15 \cdot 10^4$	$2,7181 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0606 \cdot 10^2$
1156	$1,15 \cdot 10^4$	$2,8107 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9964 \cdot 10^2$
1157	$1,15 \cdot 10^4$	$2,3912 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0682 \cdot 10^2$
1158	$1,15 \cdot 10^4$	$2,1198 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5247 \cdot 10^2$
1159	$1,15 \cdot 10^4$	$2,0190 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6550 \cdot 10^2$
1160	$1,15 \cdot 10^4$	$2,6522 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3392 \cdot 10^2$
1161	$1,16 \cdot 10^4$	$3,0583 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8677 \cdot 10^2$
1162	$1,16 \cdot 10^4$	$3,2091 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0860 \cdot 10^2$
1163	$1,16 \cdot 10^4$	$2,9129 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3482 \cdot 10^2$
1164	$1,16 \cdot 10^4$	$2,7131 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8252 \cdot 10^2$
1165	$1,16 \cdot 10^4$	$2,6389 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$9,0785 \cdot 10^2$
1166	$1,16 \cdot 10^4$	$3,1041 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8752 \cdot 10^2$
1167	$1,16 \cdot 10^4$	$3,4025 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2359 \cdot 10^2$
1168	$1,16 \cdot 10^4$	$3,5132 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9281 \cdot 10^2$
1169	$1,16 \cdot 10^4$	$3,1085 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0685 \cdot 10^2$
1170	$1,16 \cdot 10^4$	$2,8446 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5280 \cdot 10^2$
1171	$1,17 \cdot 10^4$	$2,7466 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8841 \cdot 10^2$
1172	$1,17 \cdot 10^4$	$1,9722 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6095 \cdot 10^2$
1173	$1,17 \cdot 10^4$	$2,5119 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1727 \cdot 10^2$
1174	$1,17 \cdot 10^4$	$2,2158 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7753 \cdot 10^2$
1175	$1,17 \cdot 10^4$	$2,3040 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7827 \cdot 10^2$
1176	$1,17 \cdot 10^4$	$2,3874 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1880 \cdot 10^2$
1177	$1,17 \cdot 10^4$	$2,4185 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5042 \cdot 10^2$
1178	$1,17 \cdot 10^4$	$2,0320 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5642 \cdot 10^2$
1179	$1,17 \cdot 10^4$	$3,0905 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1983 \cdot 10^2$
1180	$1,17 \cdot 10^4$	$2,9343 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7430 \cdot 10^2$
1181	$1,18 \cdot 10^4$	$2,2177 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6169 \cdot 10^2$
1182	$1,18 \cdot 10^4$	$1,7839 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0720 \cdot 10^2$
1183	$1,18 \cdot 10^4$	$1,6230 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5428 \cdot 10^2$
1184	$1,18 \cdot 10^4$	$1,7835 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7327 \cdot 10^2$
1185	$1,18 \cdot 10^4$	$1,8993 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4670 \cdot 10^2$
1186	$1,18 \cdot 10^4$	$1,9423 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9900 \cdot 10^2$
1187	$1,18 \cdot 10^4$	$1,2743 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8753 \cdot 10^2$
1188	$1,18 \cdot 10^4$	$7,5006 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0825 \cdot 10^2$
1189	$1,18 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5560 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Продовження табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
1190	$1,18 \cdot 10^4$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8606 \cdot 10^2$
1191	$1,19 \cdot 10^4$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7162 \cdot 10^2$
1192	$1,19 \cdot 10^4$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6310 \cdot 10^2$
1193	$1,19 \cdot 10^4$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2776 \cdot 10^2$
1194	$1,19 \cdot 10^4$	$1,9535 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3564 \cdot 10^2$
1195	$1,19 \cdot 10^4$	$2,2279 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7949 \cdot 10^2$
1196	$1,19 \cdot 10^4$	$2,6436 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1899 \cdot 10^2$
1197	$1,19 \cdot 10^4$	$2,8778 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9549 \cdot 10^2$
1198	$1,19 \cdot 10^4$	$2,9647 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5474 \cdot 10^2$
1199	$1,19 \cdot 10^4$	$2,7657 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1185 \cdot 10^2$
1200	$1,19 \cdot 10^4$	$2,6328 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0627 \cdot 10^2$
1201	$1,20 \cdot 10^4$	$2,5835 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4312 \cdot 10^2$
1202	$1,20 \cdot 10^4$	$2,1144 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3331 \cdot 10^2$
1203	$1,20 \cdot 10^4$	$1,8254 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4553 \cdot 10^2$
1204	$1,20 \cdot 10^4$	$1,7182 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1332 \cdot 10^2$
1205	$1,20 \cdot 10^4$	$1,5905 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6631 \cdot 10^2$
1206	$1,20 \cdot 10^4$	$1,5207 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4771 \cdot 10^2$
1207	$1,20 \cdot 10^4$	$1,4949 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7533 \cdot 10^2$
1208	$1,20 \cdot 10^4$	$2,7329 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2302 \cdot 10^2$
1209	$1,20 \cdot 10^4$	$3,5106 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4763 \cdot 10^2$
1210	$1,20 \cdot 10^4$	$3,7992 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2654 \cdot 10^2$
1211	$1,21 \cdot 10^4$	$3,3069 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7914 \cdot 10^2$
1212	$1,21 \cdot 10^4$	$2,9712 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7564 \cdot 10^2$
1213	$1,21 \cdot 10^4$	$2,8465 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9048 \cdot 10^2$
1214	$1,21 \cdot 10^4$	$3,7751 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3665 \cdot 10^2$
1215	$1,21 \cdot 10^4$	$2,5269 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7170 \cdot 10^2$
1216	$1,21 \cdot 10^4$	$2,6524 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6340 \cdot 10^2$
1217	$1,21 \cdot 10^4$	$2,3376 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4938 \cdot 10^2$
1218	$1,21 \cdot 10^4$	$2,1284 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1012 \cdot 10^2$
1219	$1,21 \cdot 10^4$	$2,0507 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1170 \cdot 10^2$
1220	$1,21 \cdot 10^4$	$2,3212 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5267 \cdot 10^2$
1221	$1,22 \cdot 10^4$	$2,4980 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9537 \cdot 10^2$
1222	$1,22 \cdot 10^4$	$2,5636 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$9,0502 \cdot 10^2$
1223	$1,22 \cdot 10^4$	$2,2152 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,6791 \cdot 10^2$
1224	$1,22 \cdot 10^4$	7,5594·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2264 \cdot 10^2$
1225	$1,22 \cdot 10^4$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1083 \cdot 10^2$
1226	$1,22 \cdot 10^4$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4335 \cdot 10^2$
1227	$1,22 \cdot 10^4$	$1,3506 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7038 \cdot 10^2$
1228	$1,22 \cdot 10^4$	$1,6287 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8858 \cdot 10^2$
1229	$1,22 \cdot 10^4$	$2,7009 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6131 \cdot 10^2$
1230	$1,22 \cdot 10^4$	$3,3556 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1364 \cdot 10^2$
1231	$1,23 \cdot 10^4$	$3,5985 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8939 \cdot 10^2$
1232	$1,23 \cdot 10^4$	$2,5470 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1219 \cdot 10^2$
1233	$1,23 \cdot 10^4$	$2,7840 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5964 \cdot 10^2$
1234	$1,23 \cdot 10^4$	$2,8815 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8944 \cdot 10^2$
1235	$1,23 \cdot 10^4$	$2,4779 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7420 \cdot 10^2$
1236	$1,23 \cdot 10^4$	7,7495·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2793 \cdot 10^2$
1237	$1,23 \cdot 10^4$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1154 \cdot 10^2$
1238	$1,23 \cdot 10^4$	7,5000·10	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1625 \cdot 10^2$



№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
1239	$1,23 \cdot 10^4$	$1,9110 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6443 \cdot 10^2$
1240	$1,23 \cdot 10^4$	$2,1485 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0345 \cdot 10^2$
1241	$1,24 \cdot 10^4$	$3,7361 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0145 \cdot 10^2$
1242	$1,24 \cdot 10^4$	$2,7214 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,4654 \cdot 10^2$
1243	$1,24 \cdot 10^4$	$2,9296 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0404 \cdot 10^2$
1244	$1,24 \cdot 10^4$	$2,1736 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9929 \cdot 10^2$
1245	$1,24 \cdot 10^4$	$2,9063 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3668 \cdot 10^2$
1246	$1,24 \cdot 10^4$	$2,5904 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,8181 \cdot 10^2$
1247	$1,24 \cdot 10^4$	$1,8395 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3901 \cdot 10^2$
1248	$1,24 \cdot 10^4$	$1,3994 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0619 \cdot 10^2$
1249	$1,24 \cdot 10^4$	$1,2362 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5932 \cdot 10^2$
1250	$1,24 \cdot 10^4$	$7,5006 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4151 \cdot 10^2$
1251	$1,25 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6912 \cdot 10^2$
1252	$1,25 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7694 \cdot 10^2$
1253	$1,25 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$9,0083 \cdot 10^2$
1254	$1,25 \cdot 10^4$	$1,6752 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,7898 \cdot 10^2$
1255	$1,25 \cdot 10^4$	$1,9066 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,3149 \cdot 10^2$
1256	$1,25 \cdot 10^4$	$2,3447 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0202 \cdot 10^2$
1257	$1,25 \cdot 10^4$	$2,5972 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9993 \cdot 10^2$
1258	$1,25 \cdot 10^4$	$2,6907 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4630 \cdot 10^2$
1259	$1,25 \cdot 10^4$	$2,5999 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8077 \cdot 10^2$
1260	$1,25 \cdot 10^4$	$2,5341 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7165 \cdot 10^2$
1261	$1,26 \cdot 10^4$	$2,5096 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2732 \cdot 10^2$
1262	$1,26 \cdot 10^4$	$2,4815 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1311 \cdot 10^2$
1263	$1,26 \cdot 10^4$	$2,4661 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1554 \cdot 10^2$
1264	$1,26 \cdot 10^4$	$2,4605 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,5695 \cdot 10^2$
1265	$1,26 \cdot 10^4$	$2,6913 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,9926 \cdot 10^2$
1266	$1,26 \cdot 10^4$	$2,8363 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$9,0358 \cdot 10^2$
1267	$1,26 \cdot 10^4$	$2,8902 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7257 \cdot 10^2$
1268	$1,26 \cdot 10^4$	$3,6098 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2757 \cdot 10^2$
1269	$1,26 \cdot 10^4$	$4,0553 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1659 \cdot 10^2$
1270	$1,26 \cdot 10^4$	$2,4406 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4972 \cdot 10^2$
1271	$1,27 \cdot 10^4$	$2,6593 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9650 \cdot 10^2$
1272	$1,27 \cdot 10^4$	$2,7877 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0150 \cdot 10^2$
1273	$1,27 \cdot 10^4$	$2,8353 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7354 \cdot 10^2$
1274	$1,27 \cdot 10^4$	$2,4357 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2591 \cdot 10^2$
1275	$1,27 \cdot 10^4$	$7,6969 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,0239 \cdot 10^2$
1276	$1,27 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2461 \cdot 10^2$
1277	$1,27 \cdot 10^4$	$2,3104 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9688 \cdot 10^2$
1278	$1,27 \cdot 10^4$	$3,6057 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,2602 \cdot 10^2$
1279	$1,27 \cdot 10^4$	$4,0860 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0998 \cdot 10^2$
1280	$1,27 \cdot 10^4$	$2,8173 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6351 \cdot 10^2$
1281	$1,28 \cdot 10^4$	$1,9773 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2933 \cdot 10^2$
1282	$1,28 \cdot 10^4$	$1,6653 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3610 \cdot 10^2$
1283	$1,28 \cdot 10^4$	$2,8842 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8058 \cdot 10^2$
1284	$1,28 \cdot 10^4$	$3,6771 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1911 \cdot 10^2$
1285	$1,28 \cdot 10^4$	$3,9716 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1627 \cdot 10^2$
1286	$1,28 \cdot 10^4$	$2,7447 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7466 \cdot 10^2$
1287	$1,28 \cdot 10^4$	$1,9485 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9116 \cdot 10^2$

## 7.5. Варіанти завдань

Закінчення табл. 7.16

№	$t$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$
1288	$1,28 \cdot 10^4$	$1,6528 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,8725 \cdot 10^2$
1289	$1,28 \cdot 10^4$	$3,6353 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2516 \cdot 10^2$
1290	$1,28 \cdot 10^4$	$2,8352 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7001 \cdot 10^2$
1291	$1,29 \cdot 10^4$	$3,1075 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8058 \cdot 10^2$
1292	$1,29 \cdot 10^4$	$3,0523 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9880 \cdot 10^2$
1293	$1,29 \cdot 10^4$	$2,9919 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5211 \cdot 10^2$
1294	$1,29 \cdot 10^4$	$2,9693 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3508 \cdot 10^2$
1295	$1,29 \cdot 10^4$	$2,8924 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,6337 \cdot 10^2$
1296	$1,29 \cdot 10^4$	$1,2085 \cdot 10^2$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,1098 \cdot 10^2$
1297	$1,29 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9600 \cdot 10^2$
1298	$1,29 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7340 \cdot 10^2$
1299	$1,29 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,2584 \cdot 10^2$
1300	$1,29 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9704 \cdot 10^2$
1301	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1347 \cdot 10^2$
1302	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,7463 \cdot 10^2$
1303	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$8,0851 \cdot 10^2$
1304	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,9856 \cdot 10^2$
1305	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5392 \cdot 10^2$
1306	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,1564 \cdot 10^2$
1307	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$6,9705 \cdot 10^2$
1308	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,3886 \cdot 10^2$
1309	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8078 \cdot 10^2$
1310	$1,30 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,8426 \cdot 10^2$
1311	$1,31 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4610 \cdot 10^2$
1312	$1,31 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,5501 \cdot 10^2$
1313	$1,31 \cdot 10^4$	$7,5000 \cdot 10$	$1,1000 \cdot 10^3$	$7,4485 \cdot 10^2$

## СТРУКТУРНА ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ БАГАТОРІВНЕВИХ ІЕРАРХІЧНИХ СИСТЕМ

Загальна тенденція підвищення вимог до функціональності, надійності, економічності, безпеки та інших характеристик сучасних *складних багаторівневих ієрархічних систем* (СБІС) веде до ускладнення об'єктів та умов їх функціонування. Це ставить низку нових системних задач проектування, експериментального відпрацювання, випробувань і діагностики складних об'єктів, що відносяться до спектра задач організованої складності.

У цьому розділі запропоновано підхід до розв'язання багатокритеріальних задач структурної оптимізації сучасних конструктивних елементів складних об'єктів різної природи. Він ґрунтується на раціональному виборі ієрархічної структури складної конструкції в сенсі раціонального розподілу вимог до функціональних конструктивних елементів кожного ієрархічного рівня і раціонального компромісу суперечливих вимог до техніко-економічної ефективності конструкції.

Тут доречно нагадати вислів двох відомих фахівців із теорії систем. Дж. Гоген і Ф. Вареля в одній зі своїх праць зазначили: «Світ більшою частиною не поділяється для нас на системи, підсистеми, середовище тощо. Ми самі його так поділяємо, виходячи з різних міркувань, що звичайно зводяться до одного спільного — для зручності». Цією фразою визначено головну особливість структурування системи — забезпечення зручності її опису з точки зору конкретного дослідника. Звідси випливає, що цей процес є принципово неформалізовним і цілком суб'єктивним. Один з головних аргументів на користь структурування складних ієрархічних систем — зручність і видимість процесу проектування. Тут можна навести низку факторів і міркувань, що обґрунтовують цю тезу. Обмежимося такими.

Структурування дає змогу суттєво спростити розв'язання задач як виробництва (обмежити номенклатуру комплектуючих деяким набором готових модулів та інших елементів), так й експлуатації (спростити діагностування, поліпшити ремонтпридатність, скоротити номенклатуру запасних виробів і приладів і, в підсумку, підвищити надійність системи). Однак структурування має не тільки переваги, а й недоліки. Один з головних недоліків — складність створення такої структури і такого її формального опису, для яких будь-які дві альтернативи проектних рішень функціональних елементів (ФЕ) незалежно від того, якими способами і прийомами їх одержано, можна було б точно, всебічно та об'єктивно порівняти між собою.

## 8.1. ЗМІСТОВНЕ ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ СБІС

Огляд основних властивостей та особливостей складних ієрархічних систем дає підстави навести таке змістовне формулювання загальної задачі системного аналізу складних багаторівневих ієрархічних систем.

*Відомо* дані про СБІС, що визначають сферу її застосування, основні функції і загальні характеристики, а також головні вимоги до функціональних, технологічних, конструктивних та експлуатаційних показників якості її функціонування. Априорно відомо, що ці дані функціонально неповні, суперечливі і неточні.

*Потрібно* визначити загальну структуру системи, раціонально розподілити вимоги між ФЕ всіх ієрархічних рівнів, вибрати та обґрунтувати групу критеріїв оцінки якості проектних рішень системи загалом та її функціональних елементів зокрема, оптимізувати проектні рішення ФЕ за прийнятною групою критеріїв і виконати задані вимоги до системи.

Ієрархічна структура системи визначає потребу введення багаторівневої процедури формування і прийняття рішень.

Об'єкти, що розглядаються, належать до спектра задач організованої складності та мають такі особливості:

- ♦ принципова неможливість знехтувати впливом більшості зовнішніх і внутрішніх факторів;
- ♦ складність одержання вчасно змістовних статистичних оцінок;
- ♦ принципова неформалізованість більшості прикладних задач аналізу (наприклад, вибір структури об'єкта, критеріїв переваг варіантів тощо);
- ♦ потреба врахування реальних умов і можливих впливів багатofакторних ризиків, які характеризуються невизначеністю, неповнотою, неточністю, суперечливістю вихідної інформації;
- ♦ принципова неможливість опису точними показниками якості (наприклад, естетичність, зручність користування тощо) більшості практично важливих властивостей об'єктів.

Методологічні підходи до розв'язання системних задач цієї категорії складності розроблено недостатньо. Вони розвиваються завдяки широкому застосуванню евристичних прийомів і методів створення інтелектуальних засобів підтримки рішень на підставі систематизації, узагальнення та нагромадження знань і досвіду розробників.

## 8.2. СТРАТЕГІЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ СТРУКТУРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ СБІС

На етапі проектування складних сучасних об'єктів найвідповідальнішою і найскладнішою є системна задача формалізованого подання розроблюваного виробу як багаторівневої ієрархічної системи. Ступінь деталізації цього подання має сприяти раціональній організації послідовно-паралельної розробки функціональних елементів кожного ієрархічного рівня. На практиці ця задача має такі особливості [14].

♦ Вибір структури розроблюваного об'єкта — це неформалізована задача. Структуру формують як суб'єктивне розуміння розробником певних видів взаємозв'язків між функціональними елементами розроблюваного об'єкта, який подають у вигляді деякої багаторівневої ієрархічної системи.

♦ Вибір кількості ієрархічних рівнів і функціональних елементів на кожному рівні, формування та обґрунтування критеріїв вибору ФЕ кожного рівня — неформалізовані задачі. Особа, яка приймає рішення, здійснює цей вибір, керуючись досвідом, інтуїцією та набутими знаннями.

На кожному ієрархічному рівні є велика кількість можливих альтернативних рішень. Тому прямий перебір усіх можливих варіантів структури призводить до задачі транс-обчислювальної складності, точне розв'язання якої принципово неможливе [2].

♦ Вихідна інформація має значний рівень невизначеності та неповноти. Зокрема, відомі лише задані вимоги до властивостей і характеристик проєктованого об'єкта у цілому, а вимоги до функціональних елементів кожного ієрархічного рівня потрібно формувати у процесі розроблення.

Для уникнення прямого перебору варіантів успішно використовують і розвивають метод послідовного аналізу. Водночас системна задача формування раціональної ієрархічної структури, що містить раціональний вибір кількості ієрархічних рівнів, раціональне формування вимог до функціональних елементів усіх рівнів, раціональний вибір функціональних елементів кожного ієрархічного рівня, не має ефективних методів розв'язання. Тому розробка і вдосконалення прийомів та методів, що дають змогу суттєво зменшити обсяг обчислень і вибрати раціональну структуру об'єкта, виключаючи прямий перебір усіх можливих альтернативних варіантів структури, — важлива для практики задача.

Задачу *структурної оптимізації* складних об'єктів розв'язують, використовуючи *метод цілеспрямованого вибору раціональної ієрархічної структури* за заданими вимогами  $Q_0$  до об'єкта у цілому [14]:

$$Q_0 = \{K_r^0 \mid K_r^- \leq K_r^0 \leq K_r^+; r = \overline{1, R_0}\}, \quad (8.1)$$

де  $K_r^0$  —  $r$ -й показник якості об'єкта.

Вихідну задачу подаємо як послідовність задач:

- ♦ вибір раціональної кількості ієрархічних рівнів;
- ♦ розподіл вимог і функцій між різними ієрархічними рівнями;
- ♦ раціональний вибір елементів і структури кожного ієрархічного рівня;
- ♦ раціональний вибір функцій і параметрів ФЕ на кожному ієрархічному рівні;
- ♦ раціональний вибір елементів і структури функціонального взаємозв'язку ФЕ різних ієрархічних рівнів;
- ♦ формування раціональних вимог до функціональних елементів ієрархічної структури за заданими вимогами до об'єкта;
- ♦ цілеспрямований вибір раціональної ієрархічної структури об'єкта.

### 8.2.1. Вибір раціональної кількості ієрархічних рівнів

Наведемо формалізований опис ієрархічної структури, використовуючи теоретико-множинні поняття загальної теорії систем. Враховуючи, що кількість ієрархічних рівнів  $m$  скінченна, зобразимо модель проектного об'єкта у вигляді декартового добутку:

$$S_0 = S_1 \times S_2 \times \dots \times S_i \times \dots \times S_m, \quad (8.2)$$

де  $S_0$  — ієрархічний рівень, що відповідає об'єкту у цілому;  $S_i$  —  $i$ -й ієрархічний рівень, що формується у вигляді

$$S_i = \langle M_i, f_i, \varphi_i, X_i, Y_i \rangle, \quad M_i = \{ \Phi_{ij} \mid j \in \hat{N}_i, \hat{N}_i = \overline{1, N_i} \}; \quad (8.3)$$

$$\varphi_i : X_i \rightarrow Y_i; \quad f_i : Y_i \rightarrow Y_{i-1}, \quad (8.4)$$

де  $M_i$  — множина функціональних елементів  $i$ -го рівня;  $\Phi_{ij}$  — функціональний елемент  $j$ -го типу на  $i$ -му рівні;  $\varphi_i, f_i$  — функціонали, що визначають взаємозв'язок відповідних параметрів;  $N_i$  — кількість типів функціональних елементів на  $i$ -му ієрархічному рівні;  $X_i, Y_i$  — множини, відповідно, внутрішніх і зовнішніх параметрів функціональних елементів  $i$ -го рівня, визначені співвідношеннями

$$Y_i = \{ Y_{ij} \mid j \in \hat{N}_i; \hat{N}_i = \overline{1, N_i} \}; \quad X_i = \{ X_{ij} \mid j \in \hat{N}_i; \hat{N}_i = \overline{1, N_i} \}.$$

На підставі цих співвідношень сформулюємо задачу знаходження кількості  $\hat{m}$  раціональних рівнів структури.

Нехай цільову функцію  $g(m, \omega, u) = G(m, \omega, u, P(m, \omega))$  визначено на основі функції перетворення  $P : Q_0 \times M_v \rightarrow S_{0v}$ , оцінної функції  $G : Q_0 \times \Omega \times S_{0v} \rightarrow C_v$  і функції обмеження витрат  $\tau : Q_0 \times \Omega \rightarrow C$ . Потрібно знайти таке  $\hat{m} \in [m^-; m^+]$ , щоб для всіх  $\omega \in \Omega$  у разі реалізації заданих вимог витрати не перевищували допустимих значень  $g(\hat{m}, \omega, \hat{u}) \leq \tau(\omega)$ . У наведених виразах  $S_{0v}$  — структура (8.2), що складається з  $m_v$  рівнів;  $M_v$  — множина всіх функціональних елементів структури  $S_{0v}$ ,  $M_v = \{ M_i \mid i \in \overline{1, m_v} \}$ ;  $u_v$  — вектор керування;  $\Omega$  — множина невизначених факторів, що впливають на якість і витрати об'єкта;  $C_v$  — множина витрат на життєвий цикл об'єкта за вибраної структури  $S_{0v}$ ,  $C_v = \{ c_v \mid v \in \overline{1, \chi_v} \}$ ;  $C$  — множина допустимих витрат на життєвий цикл об'єкта.

### 8.2.2. Формування раціональних вимог до функціональних елементів ієрархічної структури

Для формування вимог до функціональних елементів структури  $S_{0v}$  встановимо взаємозв'язок зовнішніх параметрів різних рівнів. Із формули (8.4) випливає, що

$$Y_0 = f_0(Y_1), \dots, Y_i = f_i(Y_{i+1}), \dots, Y_{m-1} = f_{m-1}(Y_m). \quad (8.5)$$

Для всіх  $i = \overline{1, \hat{m}}$ , покладаючи  $Y_i = \{Y_{i r_i} \mid r_i = \overline{1, \overline{R}_i}\}$  і враховуючи, що відповідно до формули (8.2)  $Y_0 = Q_0$ , з формул (8.3), (8.5) і (8.1) з метою визначення вимог до рівня  $i = 1$  одержуємо системи рівнянь:

$$K_r^- = f_{0r}(Y_{1r}^-); \quad K_r^+ = f_{0r}(Y_{1r}^+); \quad r = \overline{1, \overline{R}_0}; \quad r_1 = \overline{1, \overline{R}_1}.$$

Розв'язки цих систем  $\hat{Y}_{1r}^- = \{\hat{Y}_{1r}^- \mid r_1 = \overline{1, \overline{R}_1}\}$ ;  $\hat{Y}_{1r}^+ = \{\hat{Y}_{1r}^+ \mid r_1 = \overline{1, \overline{R}_1}\}$  — це вихідні дані для визначення  $\hat{Y}_2^-, \hat{Y}_2^+$ . У загальному випадку для  $i \in [1, m]$  маємо такі системи рівнянь:

$$\hat{Y}_{i r_i}^- = f_{i r_i}(Y_{(i+1) r_{i+1}}^-); \quad \hat{Y}_{i r_i}^+ = f_{i r_i}(Y_{(i+1) r_{i+1}}^+); \quad r_i = \overline{1, \overline{R}_i}; \quad r_{i+1} = \overline{1, \overline{R}_{i+1}}. \quad (8.6)$$

Отже, визначення вимог до функціональних елементів структури зводиться до формулювання послідовності систем рівнянь (8.6). На підставі значень  $\hat{Y}_i^-, \hat{Y}_i^+$ , одержаних із формули (8.6), визначаємо вимоги до зовнішніх показників  $k_{i j q}$  кожного типу функціональних елементів  $\Phi_{ij}$ :

$$\hat{K}_{i j} = \{k_{i j q} \mid k_{i j q}^- \leq k_{i j q} \leq k_{i j q}^+; q = \overline{1, \hat{q}_{i j}}\}, \quad (8.7)$$

які є вихідними даними для задачі вибору функціональних елементів  $S_0$ .

### 8.2.3. Раціональний вибір елементів і структури кожного ієрархічного рівня

Нехай структура  $\hat{S}_0$  проектованого об'єкта складається з  $\hat{m}$  ієрархічних рівнів  $S_i$ ,  $i = \overline{1, \hat{m}}$ . Кожний рівень  $S_i$  складається з  $n_i$  типів функціональних елементів  $\Phi_{ij}$ ,  $j = \overline{1, n_i}$ . Кожний функціональний елемент  $\Phi_{ij}$  характеризують параметри  $k_{ijq}$ ,  $q = \overline{1, \hat{q}_{ij}}$ . Альтернативні варіанти функціонального елемента  $\Phi_{ij}$  визначає множина  $M\Phi_{ij}$ .

*Потрібно:* вибрати по одному функціональному елементу кожного  $j$ -го типу на кожному  $i$ -му ієрархічному рівні з умови (8.7); побудувати множину Парето  $P_S$  раціональних структур  $\hat{S}_{0v}$  об'єкта.

Для всіх  $i = \overline{1, \hat{m}}$ ,  $j = \overline{1, n_i}$  вважають відомими множини  $M\Phi_{ij}$ , що складаються з альтернативних варіантів функціональних елементів  $\Phi_{ij}$ . Кожна множина  $M\Phi_{ij}$  складається з підмножин  $M\Phi_{ij}^-$  і  $M\Phi_{ij}^+$ ,  $M\Phi_{ij} = M\Phi_{ij}^+ \cup M\Phi_{ij}^-$ ;

$$M\Phi_{ij}^+ \cap M\Phi_{ij}^- = \emptyset;$$

$$M\Phi_{ij}^+ = \{\Phi_{ij\beta}^+ \mid k_{ij\beta} \in \hat{K}_{ij}^+; \beta = \overline{1, n_{ij}^+}\};$$

$$M\Phi_{ij}^- = \left\{ \Phi_{i\beta}^- \Leftrightarrow k_{i\beta} \mid k_{i\beta} \notin \hat{K}_{ij}; \beta = \overline{1, n_{ij}^-} \right\}.$$

Елементи множин  $M\Phi_{ij}^-$  і  $M\Phi_{ij}^+$  розміщені у множині  $M\Phi_{ij}$  непорядковано, випадково. Відомі числові значення  $n_{ij}^- > 0$ ;  $n_{ij}^+ > 0$ , але невідомо, який множині —  $M\Phi_{ij}^-$  чи  $M\Phi_{ij}^+$  — належить конкретний елемент  $\Phi_{ij}$  множини  $M\Phi_{ij}$ .

### 8.2.4. Цілеспрямований вибір раціональної ієрархічної структури об'єкта

Суть методу цілеспрямованого вибору раціональної ієрархічної структури конструкції полягає у наступному [14]. З множини  $M\Phi_{ij}$  елементи вибирають послідовно. Якщо за чергової спроби  $\alpha$  виявляють, що  $\Phi_{ij\alpha} \in M\Phi_{ij}^-$ , то  $\Phi_{ij\alpha}$  виключають із  $M\Phi_{ij}$ . Наступний вибір виконують з отриманої множини  $\hat{M}_{ij}$ . Вибір елемента  $j$ -го типу на  $i$ -му ієрархічному рівні припиняють, якщо за чергової спроби  $\gamma$  обраний елемент  $\Phi_{ij\gamma}$  належить множині  $M\Phi_{ij}^+$ . Виконання цієї процедури для всіх  $i = \overline{1, \hat{m}}$ ,  $j = \overline{1, \hat{n}_i}$  дає змогу одержати одну структуру об'єкта, всі елементи якої задовольняють умову (8.7).

Для забезпечення раціонального вибору структури складної системи формують скінченну множину структур. У цьому разі другу і наступну структури системи шукають, вибираючи елементи з множин  $\hat{M}_{ij}$ ,  $i = \overline{1, \hat{m}}$ ,  $j = \overline{1, \hat{n}_i}$ , одержаних під час вибору попередньої структури. Множина таких структур задовольняє умову (8.7) і є множиною Парето.

Зазначений метод реалізовано у вигляді обчислювального алгоритму. Обчислювальну складність для алгоритмів вибору структури системи можна визначити через кількість спроб вибору, які потрібно виконати для вибору функціонального елемента  $\Phi_{ij}^+ \in M\Phi_{ij}^+$  для всіх  $i = \overline{1, \hat{m}}$ ,  $j = \overline{1, \hat{n}_i}$ .

Визначимо кількість спроб вибору за пропонованим методом. Ці спроби треба виконати, щоб гарантувати вибір функціонального елемента  $j$ -го типу на  $i$ -му ієрархічному рівні з умови (8.7).

Одержимо співвідношення для ймовірності *гарантованого вибору функціонального елемента*  $\Phi_{ij} \in M\Phi_{ij}^+$ , якщо  $j = \text{const}$  і  $i = \text{const}$ . Врахуємо, що в послідовності спроб вибору функціональних елементів із  $M\Phi_{ij}$  спроби  $k$  і  $k + 1$  — незалежні. Тоді ймовірність вибору  $\Phi_{ij} \in M\Phi_{ij}^+$  із першої спроби ( $k = 1$ ) визначає співвідношення

$$P_1(\Phi_{ij} \in M\Phi_{ij}^+) = 1 - (1 - n_{ij}^+ / n_{ij})^{n_{ij}}. \quad (8.8)$$

Тут враховано, що ймовірність вибору одного певного варіанта функціонального елемента з  $M\Phi_{ij}^+$  дорівнює  $n_{ij}^+ / n_{ij}$ . Тому вибір будь-якого функціональ-



ного елемента з  $M\Phi_{ij}^+$  визначатиме формула (8.8). Якщо перша спроба невдала, вибраний елемент виключають із  $M\Phi_{ij}$  і загальну кількість елементів множини  $M\Phi_{ij}$  зменшують на 1. Тому для другої спроби ймовірність вибору будь-якого функціонального елемента з  $M\Phi_{ij}$  визначає співвідношення

$$P_2(\Phi_{ij} \in M\Phi_{ij}^+) = 1 - (1 - n_{ij}^+ / (n_{ij} - 1))^{(n_{ij} - 1)}.$$

Для  $k$ -ї спроби маємо

$$P_k(\Phi_{ij} \in M\Phi_{ij}^+) = 1 - (1 - n_{ij}^+ / (n_{ij} - (k - 1)))^{(n_{ij} - (k - 1))},$$

для  $k = n_{ij}^- + 1$

$$P_k(\Phi_{ij} \in M\Phi_{ij}^+) = 1 - (1 - n_{ij}^+ / n_{ij}^+)^{n_{ij}^+} = 1. \quad (8.9)$$

Тут враховано, що  $n_{ij} = n_{ij}^- + n_{ij}^+$ . Отже, з формули (8.9) одержуємо, що вибір  $\Phi_{ij} \in M\Phi_{ij}^+$ , якщо  $j = \text{const}$  і  $i = \text{const}$ , гарантовано за умов, що кількість спроб вибору визначено співвідношенням

$$k_{ij}^+ = n_{ij}^- + 1. \quad (8.10)$$

Отже, у разі вибору  $j$ -го функціонального елемента на  $i$ -му ієрархічному рівні з умови (8.7) для формування множини  $M_{ij}^+ = \{\Phi_{ij}^+ \in M\Phi_{ij}^+ \mid i \in [1, \hat{m}]; j = \overline{1, n_i}\}$  достатньо переглянути  $k_{ij}^+$  функціональних елементів із множини  $M\Phi_{ij}$ .

Загальну кількість функціональних елементів на  $i$ -му рівні визначає співвідношення

$$N_i = \sum_{j=1}^{n_i} n_{ij}.$$

Враховуючи, що для різних  $j = 1, \dots, n_i$  кількість спроб вибору  $k_i^+$  — незалежна, одержуємо, що  $k_i^+ = k_{i1}^+ + \dots + k_{in_i}^+$  або, з огляду на формулу (8.10),

$$k_i^+ = \sum_{j=1}^{n_i} (n_{ij}^- + 1),$$

де  $k_i^+$  — кількість спроб, потрібних для вибору всіх типів функціональних елементів  $i$ -го рівня з умови (8.7).

Зазначимо, що функціональні елементи на кожному ієрархічному рівні вибирають незалежно. У цьому разі загальну кількість спроб  $k^+$  для вибору всіх функціональних елементів для всіх рівнів структури визначають за формулою

$$k^+ = \sum_{i=1}^{\hat{m}} k_i^+.$$

### 8.3. ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ СТРУКТУРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Розглянемо розв'язання задачі структурної оптимізації з урахуванням цілеспрямованого вибору раціональної структури [14] на прикладі вибору раціональної структури мобільного телефону. Використаємо метод цілеспрямованого вибору ФЕ для створення раціональної структури мобільного телефону, ієрархічну структуру якого наведено на рис. 8.1.

Опишемо альтернативи варіантів вибору функціональних елементів  $\Phi_{ij}$  та їх параметрів  $k_{ijq}$  для побудови раціональної структури мобільного телефону.

Визначимо вимоги  $Q_0$  до об'єкта у цілому:

- ♦ вага телефону — не більше 100 г;
- ♦ вартість — не більше 100 ум. од.

Вимоги до функціональних елементів  $\Phi_{ij}$  мобільного телефону наведено на рис. 8.2. Альтернативи варіантів функціональних елементів  $\Phi_{ij}$  та їх параметрів  $k_{ijq}$  для вибору раціональної структури мобільного телефону визначено множиною  $M\Phi_{ij}$  і наведено в табл. 8.1.

Для розв'язання задачі вибору раціональної ієрархічної структури мобільного телефону покладають, що структура  $\hat{S}_0$  проєктованого об'єкта складається з  $\hat{m} = 3$  ієрархічних рівнів  $S_i$ ,  $i = \overline{1, \hat{m}}$ , а кожний рівень  $S_i$  —  $n_i = 3$  типів функціональних елементів  $\Phi_{ij}$ ,  $i = \overline{1, n_i}$ . Кожний функціональний елемент  $\Phi_{ij}$  характеризують параметри  $k_{ijq}$ .

*Потрібно:* вибрати по одному функціональному елементові кожного  $j$ -го типу на кожному  $i$ -му ієрархічному рівні; побудувати множину Парето  $P_S$  у вигляді раціональних структур  $\hat{S}_{0v}$  об'єкта.

Отриману з використанням методу цілеспрямованого вибору функціональних елементів шукану множину Парето  $P_S$  раціональних структур мобільного телефону наведено в табл. 8.2.

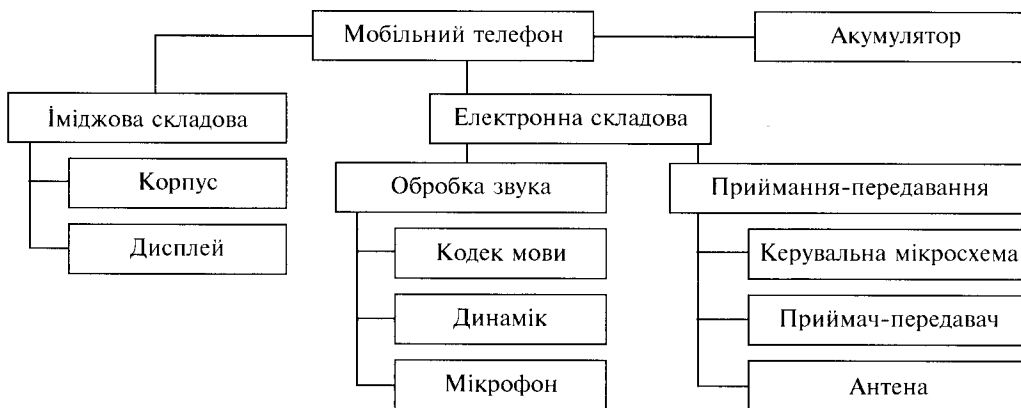


Рис. 8.1. Ієрархічна структура мобільного телефону

## Розділ 8. Структурна оптимізація складних багаторівневих ієрархічних систем

**Вимоги до функціональних елементів**

**Зовнішній вигляд**

К-сть точок дисплея: від  до

К-сть кольорів: від  до

Рівень оформлення: від  до

Тип корпусу:

Тип дисплея:

**Приємо-передача**

Випромінювана потужність, мВт: від  до

Рівень прийому, мВт/м: від  до

К-сть підтримуваних пристроїв: від  до

Вартість розробки ПО, \$: від  до

Тип антени:

**Акумулятор**

Тип акумулятора:

Ємність, мА/год.: від  до

**Обробка звуку**

Потужність, спожив. кодеком, мВт: від  до

Потужність, витрим. динаміком: від  до

Співвідношення сигнал/шум, дБ: від  до

Чутливість динаміка, дБ/В: від  до

Чутливість мікрофону, дБ/В: від  до

Загальна вартість, \$: від  до

Загальна вага, г: від  до

**Рис. 8.2.** Вимоги до функціональних елементів мобільного телефона

**Таблиця 8.1.** Альтернативи варіантів функціональних елементів  $\Phi_j$  раціональних структур мобільного телефона

Варіанти реалізації доступних акумуляторів				
Акумулятор	Тип	Ємність, мА/год	Вага, г	Ціна
Vatra Mob Li2	Li-on	750	10	15
GP 950 ML	Li-on	950	12	17
Vatra Mob Ni	Ni-Mh	700	20	8
GP 1000 MP	Li-Po	1000	10	20
Варіанти антен				
Антенa	Тип	Рівень приймання, мВт/м	Вага, г	Ціна
Nokia Pat. V100	Внутрішня	110	4	12
Siemens-Bosh Aext	Внутрішня	100	4	10
Motorola int2	Внутрішня	150	5	12
Motorola Ext2	Зовнішня	150	7	8
Варіанти реалізації корпусу телефона				
Корпус	Тип	Вага, г	Дизайн	Ціна
Heekko 2	Моноблок	15	100	5
Slim 2x	Розкладний	20	150	7
Raggie 100	Розкладний	40	180	8
Voodoo XL	Моноблок	30	200	10

### 8.3. Приклад розв'язання задачі структурної оптимізації

Закінчення табл. 8.1

Варіанти реалізації дисплея телефона				
Дисплей	Тип	Кількість точок	Кількість кольорів	Ціна
Canyon zx128	STN	128	4096	10
Canyon zx96	STN	96	4096	5
Canyon cv128	TFT	128	65 000	14
Samsung TF1	TFT	192	65 000	18
Варіанти реалізації динаміка				
Динамік	Чутливість, дБ/В	Ціна	Потужність, мВт	
Beghrinder A100	50	5	50	
Sony MDM-201	30	2	40	
Sony MDM-202	40	3	40	
Siemens AOOS	30	3	50	
Варіанти реалізації кодека мови				
Кодек	Потужність, мВ	Сигнал/шум	Ціна	
Nat Semiconductor 800-324	10	50	7	
Samsung EHA	10	40	5	
Texas Instruments 510-RS	20	60	12	
Texas Instruments 512-IS	105	500	50	
Варіанти реалізації мікрофона				
Мікрофон	Чутливість, дБ	Ціна		
Beghrinder MZ	100	12		
Siemens mM-10	80	8		
Yuan 412	60	5		
Sony MZM-305	80	10		
Варіанти реалізації керувальної мікросхеми				
Керувальна мікросхема	Ціна	Вартість ПЗ	Додаткові пристрої	
Texas Instruments 901-32S	10	300 000	2	
Texas Instruments 901-30F	8	200 000	0	
Samsung TR121-00	8	400 000	2	
Motorola M7812	6	400 000	3	
Варіанти реалізації приймача-передавача				
Приймач-передавач	Потужність, мВт	Рівень приймання, мВт/м	Ціна	
Motorola Tr-v200	15	150	15	
Siemens 506xT	15	100	10	
Dell DF-23	20	150	15	
Motorola Tr-a300	20	200	20	

Таблиця 8.2. Множина Парето  $P_S$  раціональних

Антенa	Керувальна мікросхема	Приймач-передавач	Мікрофон	Кодек
Siemens-Bosh AexT	Motorola M7812	Siemens 506xT	Siemens mM-10	Nat Semiconductor 800-324
Siemens-Bosh AexT	Motorola M7812	Siemens 506xT	Siemens mM-10	Texas Instruments 512-IS
Siemens-Bosh AexT	Motorola M7812	Siemens 506xT	Sony MZM-305	Texas Instruments 512-IS

Отже, використовуючи метод випадкового пошуку, якщо  $k = 3$ ,  $n = 9$ , для забезпечення гарантованого вибору структури, що задовольняє задані вимоги, потрібно виконати  $K_{as} = 3^9 = 262144$  спроб вибору. У разі використання методу цілеспрямованого вибору функціональних елементів розглянуту задачу розв'язано за 3 спроби.

#### 8.4. ЗАПИТАННЯ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. До якого класу за ступенем складності належать задачі СБІС?
2. Які особливості задач організованої складності?
3. Які особливості складних ієрархічних структур?
4. Які загальні прийоми застосовують для розв'язання задач СБІС?
5. Які функціональні та конструктивно-технологічні властивості різних типів і видів систем?
6. Для чого виконують структурування складної ієрархічної системи?
7. Як реалізують структурування системи?
8. Як виконують формалізований опис структури та функцій складної системи?
9. Які прийоми і підходи використовують для реалізації стратегії розв'язання задач СБІС?
10. У чому суть узагальненого алгоритму СБІС?
11. На яких принципах ґрунтується підхід до розв'язання багатокритеріальних задач структурної оптимізації СБІС?
12. Як розв'язати неформалізовані задачі вибору кількості ієрархічних рівнів і кількості ФЕ на кожному рівні, формування та обґрунтування критеріїв вибору цих елементів?
13. На підставі яких принципів та прийомів визначають вимоги до ФЕ ієрархічної структури?
14. Як виконується раціональний вибір елементів і структури кожного ієрархічного рівня?
15. Як виконується раціональний вибір функцій і параметрів ФЕ на кожному ієрархічному рівні?
16. Як виконується раціональний вибір елементів і структури функціонального взаємозв'язку ФЕ різних ієрархічних рівнів?
17. Як формується множина Парето?

## 8.5. Варіанти завдань

структур  $\hat{S}_{0v}$  мобільного телефона

Динамік	Дисплей	Корпус	Акумулятор	Вага, г	Ціна
Beghringer A100	Canyon zx96	Voodoo XL	GP 950ML	46	78
Beghringer A100	Canyon zx96	Voodoo XL	GP 950ML	46	76
Beghringer A100	Canyon zx96	Voodoo XL	GP 950ML	46	78

18. У чому суть методу цілеспрямованого вибору раціональної ієрархічної структури?

19. Як реалізують гарантований вибір ФЕ?

20. Як визначають обчислювальну складність для алгоритмів вибору структури системи?

## 8.5. ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

1. Скласти програмний модуль вибору раціональної кількості ієрархічних рівнів.

2. Скласти програмний модуль формування вимог до ФЕ ієрархічної структури.

3. Скласти програмний модуль гарантованого вибору ФЕ.

4. Побудувати програмний комплекс цілеспрямованого вибору раціональної ієрархічної структури складного об'єкта.

5. Сформувати раціональну структуру спортивного комплексу.

6. Сформувати раціональну структуру легкового автомобіля.

7. Сформувати раціональну структуру інтелектуального будинку.

8. Побудувати раціональну структуру спортивного автомобіля.

9. Побудувати раціональну структуру холодильника.

10. Сформувати раціональну структуру облаштування житлового помешкання.

11. Запропонувати раціональну структуру ІТ компанії.

12. Сформувати раціональну структуру телевізора.

13. Запропонувати раціональну структуру команди для виконання ІТ проекту.

14. Сформувати раціональну структуру облаштування офісу.

15. Сформувати раціональну структуру смартфона.

16. Сформувати раціональну структуру ПК.

17. Сформувати раціональну структуру лазерного принтера.

18. Сформувати раціональну структуру системи відео конференцій.

19. Побудувати раціональну структуру футбольного клубу.

20. Побудувати раціональну структуру облаштування дитячої кімнати.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Згуровский М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. — Киев: Наукова думка, 2011. — 743 с.
2. Згуровський М.З. Основи системного аналізу / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. — Київ: BHV, 2007. — 544 с.
3. Zgurovsky M.Z. System analysis: Theory and Applications / M.Z. Zgurovsky, N.D. Pankratova. — Springer, 2007. — 475 p.
4. Згуровский М.З. Технологическое предвидение / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. — Киев: Политехника, 2004. — 165 с.
5. Панкратова Н.Д. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія. Застосування: [Навчальний посібник] / Н.Д. Панкратова, Н.І. Недашківська. — Київ, НТУУ «КПІ», 2010. — 372 с.
6. Панкратова Н.Д. Морфологічний аналіз. Проблеми, теорія, застосування / Н.Д. Панкратова, І.О. Савченко. — Київ: Наукова думка, 2014. — 347 с.
7. Панкратова Н.Д. Метод Делфі. Методологія та застосування / Н.Д. Панкратова, Л.І. Малафеева. — Київ: Наукова думка, 2017. — 248 с.
8. Pankratova N. Recognition of outstandard and critical situations in dynamics of technical diagnosing / N. Pankratova // The Third World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization. — New York, 1999. — P. 675—681.
9. Панкратова Н.Д. Формирование целевых функций в системной задаче концептуальной неопределенности / Н.Д. Панкратова // Доповіді НАН України. — 2000. — № 9. — С. 68—73.
10. Pankratova N.D. System designing of complex constructions / N.D. Pankratova // IV Scientific-technical conference «Polimery i kompozyty konstrukcyjne». Ustro, 2000. — P. 31—42.
11. Панкратова Н.Д. Концептуальные основы системного анализа рисков в динамике управления безопасностью сложных систем. Часть 1. Основные утверждения и обоснования подхода / Н.Д. Панкратова, Б.И. Курилин // Проблемы управления и информатика. — 2000. — № 6. — С. 110—132.
12. Панкратова Н.Д. Концептуальные основы системного анализа рисков в динамике управления безопасностью сложных систем. Часть 2. Общая задача системного анализа рисков и стратегия ее решения / Н.Д. Панкратова, Б.И. Курилин // Проблемы управления и информатика. — 2001. — № 2. — С. 108—126.
13. Панкратова Н.Д. Формирование множества Парето в системной задаче концептуальной неопределенности / Н.Д. Панкратова // Доповіді НАН України. — 2001. — № 12. — С. 65—70.
14. Панкратова Н.Д. Системная оптимизация конструктивных элементов современной техники / Н.Д. Панкратова // Кибернетика и системный анализ. — 2001. — № 3. — С. 119—131.
15. Панкратова Н.Д. Становление и развитие системного анализа как прикладной научной дисциплины / Н.Д. Панкратова // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2002. — № 1. — С. 65—94.
16. Панкратова Н.Д. Рациональный компромисс в системной задаче концептуальной неопределенности / Н.Д. Панкратова // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 4. — С. 162—180.

17. Панкратова Н.Д. Восстановление многофакторных закономерностей в условиях концептуальной неопределенности / Н.Д. Панкратова, Е.Л. Опарина // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2004. — №3. — С. 103—114.
18. Pankratova N. Recognition and minimization of risks in dynamics of control by the safety for complex systems / N. Pankratova // RISK, 19—21 June 2004, Sintra, Portugal. — P. 121—126.
19. Панкратова Н.Д. Математические основы информационного анализа системных задач / Н.Д. Панкратова, Б.И. Курилин // Сборник трудов Пятой международной конференции «Интеллектуальный анализ информации». Киев, 17—20 мая 2005 г. — С. 224—233.
20. Pankratova N.D. Estimation and Prediction of Difficult Formalized Processes of Different Physical Nature / N.D. Pankratova, T.V. Podladchikova // Journal of Automation and Information Sciences. — 2007. — Vol. 40, Iss. 11. — P. 23—35.
21. Панкратова Н.Д. Системный анализ в динамике диагностирования сложных технических систем / Н.Д. Панкратова // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2008. — № 1. — С. 33—49.
22. Панкратова Н.Д. Підхід до розпізнавання позаштатної ситуації в динаміці функціонування техногенно небезпечного об'єкту / Н.Д. Панкратова, А.М. Радюк // Наукові вісті КНІ. — 2008. — № 3. — С. 43—52.
23. Pankratova N.D. A system approach to estimation of thermal stressed state of thermal shield of a descending spacecraft in dense layers of the atmosphere / N.D. Pankratova, L.I. Gracheva // Journal of control problems and informatics. — 2009. — Vol. 41, N 5. — P. 52—61.
24. Панкратова Н.Д. Квазиоптимальное сглаживание как инструментальный анализ сложных слабоструктурированных динамических процессов / Н.Д. Панкратова, Т.В. Подладчикова, Д.Г. Стрелков // Кибернетика и системный анализ. — 2009. — № 6. — С. 79—87.
25. Pankratova N. System control of serviceability and the safety of complex hierarchical systems / N. Pankratova, E. Oparina // Proceedings Intern. Conf «IX Szkola Geomechaniki 2009». Materialy Naukowe, Gliwice-Ustron, 20—23 pazdz. 2009. — P. 95—104.
26. Панкратова Н.Д. Системная стратегия гарантированной безопасности функционирования сложных технических систем // Кибернетика и системный анализ / Н.Д. Панкратова. — 2010. — № 2. — С. 81—91.
27. Панкратова Н.Д. Оцінювання багатофакторних ризиків в стратегії розв'язання задач технологічного передбачення / Н.Д. Панкратова, І.О. Савченко // Доповіді НАНУ. — 2010. — № 8. — С. 36—42.
28. Pankratova N.D. System strategy for guaranteed safety of complex engineering systems / N. Pankratova // Cybernetics and Systems Analysis. — 2010. — Vol. 46, Iss. 2. — P. 243—251.
29. Pankratova N.D. Guaranteed survivability of complex engineering systems operation / N. Pankratova, E. Oparina // XIV Miedzynarodowe Sympozjum Geotechnika-Geotechnics 2010. Materialy Naukowe. Gliwice-Ustron, 19—22 pazdz., 2010. — P. 39—50.
30. Панкратова Н.Д. Системная стратегия гарантированной безопасности функционирования сложных технических систем / Н.Д. Панкратова // Кибернетика и системный анализ. — 2010. — № 2. — С. 81—91.
31. Pankratova N. System approach to estimation of guaranteed safe operation of complex engineering systems / N. Pankratova // Intern. Book Series «Information science&computing». New Trends in Information Technologies. ITHEA. SOFIA. — 2010. — P. 115—128.
32. Pankratova N.D. Safety operations of the complex engineering objects / N.D. Pankratova // International Journal «Information technologies&knowledge». ITHEA. SOFIA. — 2011. — Vol. 5, N 2. — P. 152—167.
33. Панкратова Н.Д. Відновлення функціональної залежності часових рядів в умовах коротких вибірок / Н.Д. Панкратова, О.Г. Зражевський // Доповіді НАНУ. — 2011. — № 2. — С. 36—42.
34. Панкратова Н.Д. Восстановление функциональной зависимости на основе временных рядов с использованием классов регрессоров бесконечной емкости / Н.Д. Панкратова, А.Г. Зражевский // Кибернетика и системный анализ. — 2011. — № 1. — С. 93—103.
35. Панкратова Н.Д. Восстановление функциональной зависимости временных рядов в случае частичного покрытия класса регрессоров конечной  $\varepsilon$ -сетью / Н.Д. Панкратова, А.Г. Зражевский // Кибернетика и системный анализ. — 2011. — № 2. — С. 77—87.



36. *Pankratova N.D.* Estimating functional dependences based on time series with the use of classes of regression functions of infinite capacity / N.D. Pankratova, O.G. Zrazhevsky // *Cybernetics and Systems Analysis*. — 2011. — Vol. 47, N 1. — P. 85–94.
37. *Pankratova N.D.* Estimation of the functional dependence of time series for the class of regression functions partially covered by a finite  $\varepsilon$ -net / N.D. Pankratova, O.G. Zrazhevsky // *Cybernetics and Systems Analysis*. — 2011. — Vol. 47, N 2. — P. 241–249.
38. *Панкратова Н.Д.* Системное оценивание взаимодействия и противодействия коалиций / Н.Д. Панкратова, О.А. Чабан, А.С. Негоденко // *Наукові праці. Миколаївський держ. гуманітар. ун-т ім. Петра Могили. Сер. «Комп'ютерні технології»*. — 2011. — Т. 16, вип. 148. — С. 15–22.
39. *Pankratova N.* System definition of the business/enterprise model // N. Pankratova, O. Maistrenko, P. Maslianko // R. Herrero, H. Panetto, R. Meersman, T. Dillon. *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2012 Workshops. Lecture Notes in Computer Science*. — 2012. — Vol. 7567. — P. 134–143.
40. *Pankratova N.* Integrated tools for restoration of oil polluted soils and water bodies / N. Pankratova, L. Khokhlova // *International Journal «Information theories&applications»*. ITHEA. SOFIA. — 2012. — Vol. 12, N 1. — P. 39–49.
41. *Pankratova N.* Modelling and technologies for restoration of oil polluted soils and water bodies / N. Pankratova // *NATO science for peace and security programme*, 984354. 7–8 May, Brussel, 2012.
42. *Pankratova N.D.* Guaranteed safety of complex technical systems operation in conditions of uncertainty and multifactor risks / N.D. Pankratova // XXI Intern. Conf. «Problems of decision making under uncertainties» (PDMU-2013). Skhidnytsia, Ukraine, May 13–17, 2013. — P. 53–54.
43. *Pankratova N.D.* Guaranteed safety operation of complex engineering systems / N.D. Pankratova, A.N. Radjuk // M.Z. Zgurovsky, V.A. Sadovnihiy. *Continuous and Distributed Systems. Theory and Application*. — Springer, 2014. — P. 313–326.
44. *Pankratova N.* Business model for analysis of the university research and scientific collaboration: A case study / N. Pankratova, O. Maistrenko, P. Maslianko // *Режим доступу: [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-38366-3\\_5](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-38366-3_5)*. — 2011.
45. *Pankratova N.D.* Foresight and Forecast for Prevention, Mitigation and Recovering after Social, Technical and Environmental Disasters / N.D. Pankratova, P.I. Bidyuk // *Improving Disasters Resilience and Mitigation — IT Means and Tools*. — Springer, 2014. — P. 119–134.
46. *Pankratova Nataliya.* Foresight Process Based on Text Analytics / Nataliya Pankratova, Volodymyr Savastiyonov // *International Journal «Information Content and Processing»*. — ITHEA. SOFIA, 2014. — Vol. 1, N 1. — P. 54–65.
47. *Pankratova N.D.* System coordination of survivability and safety complex engineering objects operation / N.D. Pankratova // *Computer Science Journal of Moldova*. — 2014. — № 3. — P. 14–27.
48. *Панкратова Н.Д.* Модель автокорреляционной функции временного ряда с сильной зависимостью / Н.Д. Панкратова, Н.Г. Зражевская // *Проблемы управления и информатики*. — 2015. — № 5. — С. 102–112.
49. *Панкратова Н.Д.* Восстановления функциональных закономерностей на основе многочленов Гегенбауэра / Н.Д. Панкратова, И.В. Бузань, В.А. Дашук // *Системні дослідження та інформаційні технології*. — 2015. — № 2. — С. 88–96. — <http://journal.iasa.kpi.ua/issue/archiv>.
50. *Pankratova N.D.* System evaluation of engineering objects' operating taking into account the margin of permissible risk / N.D. Pankratova, L.P. Kondratova // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. — 2016. — N 3. — P. 13–19.
51. *Pankratova N.D.* Model of the level estimation of danger situations in the problems of complex objects operation / N.D. Pankratova, M.R. Slota // *Системні дослідження та інформаційні технології*. — 2017. — № 1. — С. 7–18.
52. *Pankratova N.D.* Method of dynamic VAR and CVAR risk measures forecasting for long range dependent time series on the base of the heteroscedastic model / N.D. Pankratova, N.G. Zrazhevskaja // *Intelligent control and automation*. — 2017. — N 8. — P. 126–138.
53. *Pankratova N.D.* The integrated system of safety and survivability complex technical objects operation in conditions of uncertainty and multifactor risks // *Proceedings of conference IEEE (N 50)*. May 29–June 2, 2017. Kyiv, Ukraine. — P. 1135–1140.

# ЗМІСТ

---

ПЕРЕДМОВА .....	3
<b>Р О З Д І Л 1. РОЗКРИТТЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ У ЗАДАЧАХ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ .....</b>	<b>5</b>
1.1. Задачі та методи розкриття невизначеності цілей .....	5
1.1.1. Розкриття невизначеності цілей на підставі принципу Парето .....	6
1.1.2. Метод технічних обмежень .....	7
1.2. Розкриття невизначеності дії партнера або супротивника .....	9
1.2.1. Задача взаємодії двох партнерів .....	9
1.2.2. Задача протидії двох суб'єктів .....	10
1.3. Приклади розв'язання задач розкриття невизначеності цілей та протидії двох суб'єктів .....	11
1.3.1. Постановка задач розкриття невизначеності цілей та протидії двох суб'єктів .....	11
1.3.2. Задача розкриття невизначеності цілей .....	12
1.3.3. Задача розкриття невизначеності протидії двох суб'єктів .....	13
1.4. Питання для підготовки до виконання роботи .....	17
1.5. Варіанти завдання .....	17
1.5.1. Задача розкриття невизначеності цілей .....	17
1.5.2. Задача розкриття невизначеності протидії двох суб'єктів .....	19
<b>Р О З Д І Л 2. ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ В АДИТИВНІЙ ФОРМІ У ЗАДАЧАХ РОЗКРИТТЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ .....</b>	<b>24</b>
2.1. Математична постановка задачі відновлення функціональних залежностей в адитивній формі у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей .....	24
2.2. Завдання та етапи розв'язання задачі відновлення цільових функцій в адитивному вигляді .....	31
2.3. Приклад розв'язання задачі відновлення функціональних залежностей .....	34
2.4. Питання для підготовки до виконання роботи .....	39
2.5. Варіанти завдання .....	40
<b>Р О З Д І Л 3. ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ В МУЛЬТИПЛІКАТИВНІЙ ФОРМІ ЗА ЗАДАНОЮ ДИСКРЕТНОЮ ВИБІРКОЮ .....</b>	<b>48</b>
3.1. Відновлення функціональних залежностей у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей у класі мультиплікативних функцій .....	48
3.2. Постановка задачі та завдання .....	51
3.3. Змістова постановка задачі відновлення функціональних залежностей індексу DST за дискретно заданими вибірками параметрів сонячного вітру .....	53
3.4. Приклад виконання роботи .....	55
3.5. Питання для підготовки до виконання роботи .....	58
3.6. Варіанти завдання .....	59
3.6.1. Варіанти структури наближувальних та базових функцій .....	59
3.6.2. Варіанти тестових вибірок .....	64
3.6.3. Варіанти вибірок <i>Dst</i> .....	67

<b>Р О З Д І Л 4. СИСТЕМНА ЗАДАЧА АКТИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ І ПРОТИДІЇ КОАЛІЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ФАКТОРІВ РИЗИКУ</b> .....	81
4.1. Загальна стратегія розкриття задачі протидії коаліцій .....	81
4.2. Розв'язання задачі протидії коаліцій з урахуванням факторів ризику .....	86
4.3. Постановка та завдання задачі протидії коаліцій з урахуванням факторів ризику .....	91
4.4. Приклад розв'язання задачі протидії коаліцій .....	92
4.5. Питання для підготовки до виконання роботи .....	95
4.6. Варіанти завдання .....	96
<b>Р О З Д І Л 5. СИСТЕМНА ЗАДАЧА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДНИХ ВИРОБІВ</b> .....	104
5.1. Математична постановка задачі раціонального вибору параметрів складних систем на основі узгодження внутрішніх та зовнішніх параметрів .....	104
5.2. Постановка задачі та завдання .....	109
5.3. Приклади виконання роботи .....	109
5.4. Питання для підготовки до виконання роботи .....	114
5.5. Варіанти завдання .....	114
<b>Р О З Д І Л 6. ЗАСТОСУВАННЯ ЯКІСНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ЗАДАЧ</b> .....	125
6.1. Основні цілі й задачі інформаційного аналізу .....	125
6.2. Якісні властивості інформації .....	126
6.3. Властивості та особливості інтегрального показника інформованості .....	127
6.4. Системна задача розпізнавання і запобігання критичних і катастрофічних ситуацій ..	131
6.4.1. Визначення допустимого періоду часу на формування і реалізацію рішення .....	131
6.4.2. Класифікація і розпізнавання рівня небезпеки критичних ситуацій .....	135
6.5. Питання для підготовки до виконання роботи .....	137
6.6. Варіанти завдань .....	137
<b>Р О З Д І Л 7. ГАРАНТОВАНЕ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ЗА УМОВ БАГАТОФАКТОРНИХ РИЗИКІВ</b> .....	151
7.1. Основні принципи розв'язання задачі і стратегія її реалізації .....	152
7.2. Інформаційна платформа технічної діагностики функціонування СТС .....	158
7.3. Приклад гарантованого функціонування СТС за умов багатofакторних ризиків ....	166
7.4. Запитання до виконання роботи .....	173
7.5. Варіанти завдань .....	173
7.5.1. Насосна система замкненого оборотного водопостачання .....	174
7.5.2. Гарантоване функціонування реанімобіля з пацієнтом .....	232
<b>Р О З Д І Л 8. СТРУКТУРНА ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ БАГАТОРІВНЕВИХ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМ</b> .....	330
8.1. Змістовне формулювання загальної задачі системного аналізу СБІС .....	331
8.2. Стратегія розв'язання задачі структурної оптимізації СБІС .....	331
8.2.1. Вибір раціональної кількості ієрархічних рівнів .....	333
8.2.2. Формування раціональних вимог до функціональних елементів ієрархічної структури	333
8.2.3. Раціональний вибір елементів і структури кожного ієрархічного рівня .....	334
8.2.4. Цілеспрямований вибір раціональної ієрархічної структури об'єкта .....	335
8.3. Приклад розв'язання задач структурної оптимізації .....	337
8.4. Запитання до виконання роботи .....	340
8.5. Варіанти завдань .....	341
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	342

Наукове видання

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

ПАНКРАТОВА Наталія Дмитрівна

## СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

Теорія та застосування

ПІДРУЧНИК

Київ, Науково-виробниче підприємство  
«Видавництво “Наукова думка” НАН України», 2018

Художній редактор *І.П. Савицька*  
Технічний редактор *Т.С. Березяк*  
Оператор *О.О. Пономаренко*  
Комп'ютерна верстка *Т.О. Ценцеус*

Підп. до друку 14.11.2018. Формат 70×100/16. Папір офс. № 1.  
Гарн. Таймс. Друк. офс. Ум. друк. арк. 28,28. Обл.-вид. арк. 23,3.  
Тираж 150 прим. Зам. № 19-035

Оригінал-макет виготовлено  
у НВП «Видавництво “Наукова думка” НАН України»  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів  
видавничої продукції  
ДК № 2440 від 15.03.2006 р.  
01601 Київ 1, вул. Терещенківська, 3

ПП «Видавництво “Фенікс”»  
03680 Київ 680, вул. Шутова, 136  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
серія ДК № 271 від 07.12.2000 р.



# СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

## ТЕОРІЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ

**ПАНКРАТОВА**  
Наталія Дмитрівна

Член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, лауреат Премії ім. В.М. Глушкова, заслужений діяч науки і техніки України, дійсний член Міжнародної Академії Наук Вищої Школи, заступник директора з наукової роботи Інституту прикладного системного аналізу НАН України і МОН України НТУ України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (ІПСА), завідувачка відділом «Математичні методи системного аналізу» ІПСА, Visiting-profesor в університетах Польщі та Німеччини. Фахівець у галузі системного аналізу, теорії ризику, сценарного аналізу, інформаційних технологій, теорії прийняття рішень, прикладної математики, прикладної механіки. Автор понад 500 наукових публікацій, з них 24 монографії, 5 підручників. Підготувала 28 кандидатів фізико-математичних і технічних наук та трьох докторів технічних наук.

